



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN TRANSPORTES**

**TESIS:**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ESTRUCTURACIÓN  
DE PROYECTOS DE CONCESIÓN VIAL EN EL ECUADOR,  
CASO DE ESTUDIO: CORREDOR MULTICARRIL SANTO  
DOMINGO – QUININDÉ - ESMERALDAS**

**PRESENTADO POR:**

**ING. VERÓNICA PAULINA BRAVO OCHOA**

Proyecto Previo presentado como requisito parcial pa-  
ra la Obtención del grado de:

**MAGÍSTER EN INGENIERÍA DE TRANSPORTE**

**Año 2015**

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO I: .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. ANTECEDENTES: .....</b>	<b>7</b>
1.2.1. BASE LEGAL DE LAS CONCESIONES .....	7
1.2.2. CONCESIONES VIALES EN AMÉRICA LATINA .....	11
<b>1.3. LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE .....</b>	<b>22</b>
1.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS ACTUALES DE LA VÍA.....	22
1.3.2. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL ACTUAL .....	25
1.3.3. VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN Y TIEMPOS DE VIAJE .....	35
<b>CAPÍTULO II: .....</b>	<b>36</b>
<b>2.1. VALORACIÓN DEL TRÁFICO .....</b>	<b>37</b>
<b>2.2. PROYECCIÓN DE TPDA PARA LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO .....</b>	<b>40</b>
2.2.1. TASAS DE CRECIMIENTO .....	40
2.2.2. PROYECCIONES POR INDICADORES .....	44
2.2.3. FACTOR DE CRECIMIENTO.....	44
2.2.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE DATOS HISTÓRICOS DE TRÁFICO .....	45
2.2.5. SELECCIÓN DE TASAS DE CRECIMIENTO. ....	53
2.2.6. MODELO LOGÍSTICO.....	58
2.3. UBICACIÓN DE PEAJES: .....	68
<b>CAPÍTULO III: .....</b>	<b>69</b>
<b>3.1. PROPUESTA DE UN ESQUEMA ÓPTIMO PARA LA CONCESIÓN DEL CORREDOR MULTICARRIL SANTO DOMINGO-ESMERALDAS.....</b>	<b>70</b>
3.1.1. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD PRIVADA COMERCIAL DE LA CONCESIÓN .....	70
<b>3.2. MODELO DE EQUILIBRIO ECONÓMICO-FINANCIERO DE FACTIBILIDAD COMERCIAL DE LA CONCESIÓN.....</b>	<b>86</b>
<b>CAPÍTULO IV:.....</b>	<b>100</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
4.1. CONCLUSIONES .....	101
4.2. RECOMENDACIONES .....	104

# DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi familia, queridos esposo e hijo que me han motivado a concluir este trabajo, dándome el tiempo y ánimo necesarios para desarrollarla, son mi motor y el pilar fundamental de mi vida.

A mi padre y hermanos por su confianza y cariño en todo momento, por sus palabras de aliento para continuar.

## AGRADECIMIENTO

Hago llegar mi más profundo agradecimiento a los Ingenieros Mario Villagómez y Juan Pablo Solórzano por su paciencia y apoyo para el desarrollo de este proyecto, por haberme brindado sus conocimientos y aportado con sus opiniones, de manera que se analicen bajo varios puntos de vista los objetivos.

A mi esposo Juan Francisco, por su aporte en el análisis financiero, por las largas noches de enseñanzas, por su paciencia y amor incondicionales.

Al Ministerio de Transporte y Obras Públicas por haberme permitido acceder a la información y antecedentes que han permitido la elaboración de la presente tesis.

# CAPÍTULO I:

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

### 1.1.1. Planteamiento del Problema

### 1.1.2. Justificación

## 1.2. ANTECEDENTES:

### 1.2.1. Base Legal de las Concesiones

### 1.2.2. Concesiones Viales en América Latina

## 1.3. LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE:

### 1.3.1. Características geométricas actuales de la vía

### 1.3.2. Tráfico Promedio Diario Anual Actual

#### 1.3.2.1. Conteos automáticos volumétricos de tráfico vehicular

#### 1.3.2.2. Conteos manuales de clasificación vehicular

### 1.3.3. Velocidades de circulación y tiempos de viaje

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La infraestructura en buen estado es uno de los requerimientos básicos y urgentes para el desarrollo y el cambio de matriz productiva, el posicionamiento adecuado del país en el mapa de la competitividad mundial requiere la articulación de su territorio con infraestructura adecuada y eficiente, que permita aumentar los niveles de competitividad y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Este reto exige cuantiosos recursos financieros, tecnología avanzada y variada, y una enorme capacidad institucional y de gestión, lamentablemente que no puede ser cubierto en su totalidad por el Estado, más aún en el escenario actual en el que el precio del petróleo está a la baja y se prevé una inversión representativa en la Refinería del Pacífico, por ello, una de las alternativas para el financiamiento de estas actividades (construcción, rehabilitación, mantenimiento y administración), constituyen las alianzas público-privadas.

El presente trabajo nace de la necesidad de contar con un análisis pormenorizado que permita desarrollar un modelo de concesión, en el que tanto el Estado como el Concesionario maximicen sus beneficios y además el usuario goce de los beneficios que brinda usar una carretera con altos niveles de servicio, se ha estudiado el caso particular de la concesión vial Santo Domingo – Quinindé – Esmeraldas.

## 1.2. ANTECEDENTES:

### 1.2.1. BASE LEGAL DE LAS CONCESIONES

Las concesiones en el Ecuador se encuentran amparadas por la legislación que se describe a continuación:

- **Plan Nacional Para el Buen Vivir 2009-2013, PNBV**

Capítulo 7; Objetivos Nacionales Para el Buen Vivir, Capítulo 8, Estrategia Territorial Nacional; principalmente los numerales 8.2.2: Espacio Geográfico Ecuatoriano; 8.2.3: Hacia la Reconfiguración del Territorio Nacional; el 8.5: Jerarquizar y Hacer Eficiente la Infraestructura de Movilidad, Energía y Conectividad; y el 8.6.4: Gestión Integral y Reducción de Riesgos.

- **Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (RO 395; 4 – ago 2008)**

Sección I: Normas Comunes a Todos los Procedimientos de Contratación de Consultoría constante en el Capítulo II, Título 3

Sección II: Sobre la Contratación de Consultoría, del Capítulo I parte del Título III Reglamento de La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (RO 399; 8 –ago 2008)

- **Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (RO 306: 22-oct 2010)**

Libro I De la Planificación Participativa para el Desarrollo.

- **Normas para la Inclusión de Programas y proyectos en los Planes de Inversión Pública, AM; (RO 365; 18-ene 2011)**

El objetivo de este acuerdo es normar aspectos principales del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa y el Sistema Nacional de Finanzas Públicas diseñado en el Código Orgánico señalado en el punto 6 anterior.

- **Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización 2009-2013, COOTAD, (RO 303: 19-oct 2010)**

Capítulo 4: Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales, especialmente el art. 129: Ejercicio de la Competencia de Vialidad, el cual norma la planificación vial de las regiones, provincias y unidades metropolitanas, incorporando la planificación territorial, y otros principios de autonomía y participación de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, GADs.

- **Ley de Modernización del Estado**

Norma: Ley 50, Registro Oficial 349, 2009, Capítulo 5: De la Desmonopolización, Delegación de Servicios Públicos a la Iniciativa Privada y Privatización,

- **Reglamento General de la Ley de Modernización del Estado**

Decreto Ejecutivo 2328, Registro Oficial 581, 1994, Capítulo 3: De La Concesión de Obra Pública



Mediante Decreto Ejecutivo No. 810, de fecha 5 de julio de 2011, se expide el Reglamento de Aplicación del Régimen Excepcional de Delegación de Servicios Públicos de Transporte, que a su vez considera lo siguiente:

Constitución de la República del Ecuador, Artículo 314, que dispone que el Estado será responsable, de acuerdo a los principios establecidos en el mismo, de la provisión de servicios públicos entre los que se incluyen vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias y los demás que determine la ley.

Constitución de la República del Ecuador, Artículo 316, señala que el Estado podrá, de forma excepcional, delegar a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de los servicios públicos, en los casos que establezca la ley;

Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 351 de 29 de Diciembre de 2010, Artículo 5 literal h), indica que el Estado promoverá un desarrollo logístico y de infraestructura y generará las condiciones para promover la eficiencia del transporte marítimo, aéreo y terrestre, bajo un enfoque integral y una operación de carácter multimodal;

Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, “Art. 100. Excepcionalidad.- En forma excepcional debidamente decretada por el Presidente de la República cuando sea necesario y adecuado para satisfacer el interés público, colectivo o general, cuando no se tenga la capacidad técnica o económica o cuando la demanda del servicio no pueda ser cubierta por empresas públicas o mixtas, el Estado o sus instituciones podrán delegar a la iniciativa privada o a la economía popular y solidaria, la gestión de los sectores estratégicos y la provisión de los servicios públicos de electricidad, vialidad, infraestructuras portuarias o aeroportuarias, ferroviarias y otros.

Se garantizará lo dispuesto en la Constitución y se precautelarán que los precios y tarifas por los servicios sean equitativos y que su control y regulación sean establecidos por la institucionalidad estatal.

La modalidad de delegación podrá ser la de concesión, asociación, alianza estratégica, u otras formas contractuales de acuerdo a la ley, observando, para la selección del delegatario, los procedimientos de concurso público que determine el reglamento.”

Que es política prioritaria del Estado garantizar servicios de transporte y logísticos que permitan la integración de las cadenas productivas al sistema intermodal y multimodal del transporte nacional; el desarrollo territorial equitativo, adecuado a las necesidades de los distintos segmentos productivos; la dotación de valor agregado, competitividad; y, la transferencia e innovación tecnológica para incrementar la calidad y eficiencia en el sector transportes; con la finalidad de lograr el cumplimiento de estándares de excelencia.

En este reglamento se establece que existen dos modalidades de delegación: Concesión y Autorización.

Una concesión tiene por objeto transferir la facultad de proveer y gestionar de manera integral un servicio público a la iniciativa privada o a la economía popular y solidaria, bajo un esquema, de exclusividad regulada, a través de la planificación, gestión técnico operacional, financiamiento, construcción, ampliación, rehabilitación, mejoramiento o conservación de infraestructuras, facilidades y equipamientos estatales preexistentes,

pudiendo ser totales o parciales en función de la integralidad o parte de la prestación del servicio público de transporte; de la misma forma, pueden coexistir varios tipos de terminales o servicios especializados en delegación, dentro de una misma jurisdicción.

En el caso de la autorización, se trata de una modalidad de delegación a la iniciativa privada o de la economía popular y solidaria, otorgada, bajo modalidad de concurso, por el Estado o en su caso, por el Delegatario/Concesionario privado con la finalidad de prestar servicios con un operador de servicios del transporte y actividades afines, previamente registrado y habilitado como tal por el organismo competente, a quien se le otorga el derecho a ocupar y explotar, en forma privativa, temporal y bajo ciertas condiciones, zonas, bienes o facilidades afectas a la prestación del servicio público del transporte.

### **1.2.2. CONCESIONES VIALES EN AMÉRICA LATINA**

En América Latina y El Caribe contamos con varios intentos de incluir los capitales privados para la provisión de infraestructura y de servicios básicos, siendo los principales:

En **México**, el plan de Inversión en Infraestructura 2007-2012 ha identificado cientos de proyectos que podrían financiarse mediante concesiones, que no se han llevado a cabo por limitaciones fiscales, falta de estudios técnicos y obstáculos regulatorios.

En **Argentina**, a partir de la década de los 80, las crisis fiscal y externa ocasionaron que de los 38.000 km. de la red troncal nacional (28.000 Km. pavimentados, 6.300 Km. de grava y 3.700 Km. de tierra), el 60% se encuentre en estado regular o malo. A partir de la situación descrita y ante la aplicación de la Ley 23696 de Reforma del Estado, se inicia un Plan de Concesionamiento de la Red Vial que se ajusta a la normativa de la Ley 17520 de Concesión de Obra Pública.

En el año 1990 se establece una legislación (Decreto 2039) que otorga a determinados adjudicatarios la concesión de obra pública para la mejora, ampliación, remodelación, conservación, mantenimiento, explotación y administración de algunos tramos de la Red Vial Nacional.

Una ley aprobada en el año 2000 permitió al gobierno realizar contribuciones financieras a concesiones a través de pagos diferidos. Se crearon entidades reguladoras para supervisar los niveles tarifarios y garantizar la calidad del servicio en los sectores de transporte y agua. Sin embargo, las actitudes sociales y políticas hacia la participación privada en las inversiones en infraestructuras han empeorado desde la crisis del 2001-2002, de la que se culpó en gran medida a los procesos de privatización y desregularización de los años 90. El gobierno actual también ha mostrado sus preferencias por proyectos del sector público y los factores políticos han ido ganando peso en los procesos de planificación y selección de proyectos.

En **Colombia**, el Concejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), aprobó el documento denominado “Contratos de Obra Pública por el Sistema de Concesión

siones”, y se dio inicio formal al Programa de Concesiones, creando al interior del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), una estructura organizativa para la administración y manejo del Programa.

En el actual modelo económico colombiano, se han producido una serie de reformas estructurales, promovidas principalmente por el proceso de apertura económica del país, que han modificado el marco económico, jurídico e institucional que envuelve la actividad económica. En este contexto, el comercio exterior, y en especial el sector del transporte, han desempeñado un papel decisivo en el proceso de modernización e internacionalización de la nación, ya que están vinculados por una relación de interdependencia mutuamente beneficiosa.

Para resolver los problemas logísticos, Colombia ha implementado el uso del Sistema de Concesión en su red vial como el mecanismo que permita atender las necesidades presentes y futuras del transporte para la apertura económica del país. Este sistema busca preservar y mantener la participación internacional del país, constituyendo al transporte como el insumo necesario para adquirir la competitividad internacional mediante la introducción de: Grandes avances tecnológicos, establecimientos de alianzas estratégicas entre el sector público y el privado, reducción de los costos y maximización del uso de la capacidad instalada del transporte vial, poniendo especial énfasis en:

- El manejo eficiente y coordinado de la infraestructura vial del país mediante la establecimiento de tareas de conservación, reconstrucción, modernización y ampliación de las carreteras nacionales.

El sistema de concesiones viales en Colombia se fundamenta en la aplicación de los recursos provenientes del peaje para la construcción, operación, mantenimiento y

rehabilitación que genera una carretera, con el objetivo de modernizar el sistema de transporte vial y ofrecer una mayor capacidad de intercambio con menores costos de utilización.

Colombia ha sido un país muy activo en los proyectos concesionados de los sectores de transporte y energía. El gobierno de Uribe (2001-2010), a fin de reactivar la economía, se concentró en las inversiones público-privadas en infraestructura. Se invirtió un total de 23.500 millones de dólares durante el año en proyectos de infraestructura, de los cuales, 13.700 millones de dólares (o un 58% del total) se invirtió a través de concesiones privadas. Aunque el país no tiene ninguna ley que regule las concesiones nacionales, la Ley general de compras públicas (Ley 80) establece la facultad de externalizar los servicios públicos. A la luz de esta norma, se aprobaron leyes específicas para distintos sectores, pero, en la práctica, las normativas cambian como consecuencia de las condiciones fijadas en los contratos y debido a las decisiones y decretos aprobados por el Consejo Económico de Ministros (CONPES).

El principal problema de las concesiones en Colombia es que no cuentan con un nivel de supervisión y regulatorio adecuado.

En **Chile**, el déficit de infraestructura, notorio a comienzos de la década de los noventa, se enfrentó a partir de 1993, cuando el Ministerio de Obras Públicas (MOP) invitó al sector privado a participar en los negocios generados a través del sistema de concesiones.

Con un doble objetivo: invertir en obras de infraestructura y al mismo tiempo, liberar los recursos del estado y orientar hacia proyectos de alto impacto social.

Esta inversión gestionada por la coordinación general de concesiones del Ministerio de Obras Públicas, ha posibilitado que Chile tenga en la actualidad en construcción y en operación 25 proyectos aeroportuarios y de vialidad interurbana, que conjugan una inversión cercana a los US \$ 4.000 millones.

El programa de concesiones forma parte de una política de Estado que permite la inversión privada en obras de infraestructura pública. Esta cuenta con el respaldo del Congreso Nacional que aprobó en forma unánime el marco jurídico aplicado a los contratos de concesiones.

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) creó la Coordinación General de Concesiones (CGC) como la entidad base para operar las concesiones y avanzar en un diseño institucional definitivo.

Con el sistema de concesiones desarrollándose en forma vigorosa, el marco de la asociación público-privada es de largo plazo.

Para asegurar el éxito en las concesiones se han considerado varios aspectos: Que los proyectos sean de envergadura desde el punto de vista social y productivo, que sean atractivos desde el punto de vista privado (nivel de inversión; rentabilidad razonable; demandas prescindibles; relación riesgo- retorno equilibrada), que el sistema de tarificación sea socialmente aceptado, con ciertos criterios de eficiencia económica y que incluya una equidad redistributiva, que gocen de sustentabilidad ambiental y que los plazos permitan recuperar la inversión en periodos razonables.

De esta forma Chile ha licitado y adjudicado una cartera de 25 proyectos de importancia entre 1993-1999, que representan una inversión de \$ 3.600 millones USD.

La implantación de un modelo cimentado en una buena economía social de mercado propició que el sector privado se convirtiera en motor del crecimiento, mientras el sector público mantenía su papel de regulador y responsable de los equilibrios macroeconómicos, unida a una apertura comercial unilateral con un decidido fomento a las exportaciones.

En abril de 2010, Chile estableció un nuevo marco normativo aprobando la Ley de Concesiones de Obras Públicas, que modifica la ley original de concesiones de 1996. Se incluyen criterios que compensen por los actos de las autoridades gubernamentales y se incorporan restricciones a la transferencia no planificada del riesgo mercantil al gobierno. Se han establecido límites para las renegociaciones y para ejecutar trabajos adicionales importantes será necesario realizar concursos para transparentar la operación. Agilita los procesos para finalizar las concesiones problemáticas, estableciéndose un mecanismo de compensación más preciso. La nueva legislación crea un terreno de juego más nivelado para la participación del sector privado.

En **Brasil**, según los datos del Banco Mundial, en los últimos diez años, se ha tenido una amplia experiencia con las concesiones, implementándose más proyectos que cualquier otro país de la región.



Los proyectos del sector del transporte están regulados por distintas leyes y normativas, como la Ley de Concesiones de 1995 (Lei de Concessões de Serviços Públicos 8987) y la Ley de asociaciones público-privadas del 2004 (Lei Parceria Público-Privada 11079), que ampliaba la duración de los contratos a 35 años. Los contratos con financiamiento mixto por parte de los usuarios y el Estado están permitidos, aunque los proyectos en los que el Estado aporte más del 70% de los recursos deben ser aprobados por el Congreso.

Las leyes específicas del sector establecen la capacidad y principios normativos, y la voluntad política hacia los proyectos nacionales del sector del transporte han sido relativamente positivas.

En **Costa Rica**, la Ley de Concesiones de Obras Públicas de 1998 permite la inversión privada en proyectos públicos independientemente de la agencia gubernamental responsable de la contratación del servicio o activo. Una secretaría ejecutiva del Consejo Nacional de Concesiones (CNC), una agencia autónoma perteneciente al Ministerio de Obras Públicas y Transporte, tiene la responsabilidad de preparar, desarrollar los concursos y supervisar los proyectos. Por eso, hasta ahora Costa Rica se ha concentrado en los proyectos de concesión del sector de transporte.

En **México**, se han desarrollado proyectos de infraestructura usando concesiones y contratos especiales de partición público-privada llamados Contratos de Pago por Servicio (PPS) para sus carreteras interestatales, aeropuertos y puertos a nivel nacional.

El sistema institucional mexicano para los proyectos de participación público-privado está muy fragmentado; cada sector y nivel del gobierno es responsable de la planificación, implementación y supervisión de los proyectos. No existe ningún consejo ministerial que establezca políticas y supervise todo el sistema.

Desde el 2008 se han realizado esfuerzos significativos para establecer una estructura que permita planificar, preparar, y desarrollar proyectos de nivel nacional y federal tanto en el Ministerio de Transportes, como en Banobras (Banco Estatal de Obras Públicas que estableció el Fondo de Infraestructura Fonadin).

Algunos estados mexicanos también han comenzado a desarrollar programas de construcción de capacidades, apoyados por fondos multilaterales.

En el 2009, el gobierno de Calderón modificó también las leyes existentes en materia de obras públicas para mejorar los procesos de concurso y regulación. Estas modificaciones facilitan la implementación de los proyectos separando las discusiones sobre las compensaciones monetarias de las conversaciones sobre la adquisición de terrenos.

Al mismo tiempo, el gobierno mexicano propuso una nueva ley de Alianzas Público-Privadas en Infraestructuras al Congreso que mejoraría significativamente el marco normativo de las PPP en el país, ya que establecería claramente que el riesgo comercial que corra el Estado deberá establecerse explícitamente en la documentación

del concurso y el contrato de cada proyecto, y facilitaría además los ajustes en los contratos cuando deban realizarse como consecuencia de intervenciones de autoridades gubernamentales que afecten negativamente a los proyectos.

El Economist Intelligence Unit, creó en el 2009 la Infrascopes, una herramienta de aprendizaje y un índice de clasificación que evalúa la capacidad de los gobiernos para implementar proyectos de participación público-privada (PPP) en infraestructura de forma sostenible y eficiente. El Infrascopes está diseñado como una guía para los legisladores y las instituciones de desarrollo que deseen mejorar las condiciones específicas de cada país en relación con estos proyectos complejos y vitales.

El Infrascopes se concentraba inicialmente en la capacidad de 19 países de América Latina y el Caribe para implementar proyectos de participación público-privada en los sectores de agua y transporte. Con el soporte continuado del FOMIN (Fondo Multilateral de Inversiones), Economist Intelligence Unit ha actualizado el índice el año 2010 agregando dos indicadores más:

1. La voluntad política con respecto a los proyectos de participación público-privada;
2. El Indicador subnacional que evalúa los marcos regulatorios e institucionales y las experiencias a escala regional, estatal y municipal.

Las alianzas público – privadas se utilizan en numerosos sectores aparte del transporte, el agua, saneamiento y la generación de energía, pero nos hemos concentrado

en estos sectores solamente por las limitaciones relativas a la disponibilidad de datos y la necesidad de mantener un riguroso ámbito analítico.

El Infrascopes realiza parte de esta tarea, analizando las leyes, normativas, instituciones y prácticas vinculadas a los proyectos de infraestructuras para los distintos países, haciendo un seguimiento de los mismos a lo largo del tiempo. Chile, una de las economías más desarrolladas de la región, encabezó de nuevo el índice en 2010. Obtuvo 79,3 puntos sobre 100, debido a sus buenas condiciones normativas, institucionales y de inversión, y a las reformas legales introducidas este año que mejoraron el proceso de PPP. El segundo y tercer país, Brasil y Perú respectivamente, presentaron características similares, además de una fuerte voluntad política de iniciar proyectos, una firme capacidad institucional y sólidas prácticas de implementación.

En el informe de Infrascopes 2010, Venezuela, Nicaragua y Ecuador ocupan el otro extremo del índice, con puntuaciones por debajo de 20 sobre 100 puntos posibles. Venezuela y Ecuador tienen cada vez menos probabilidades de incorporar inversión privada en infraestructura, como consecuencia del deterioro de la voluntad política, y el hecho de que han ido sistemáticamente desmantelando su capacidad institucional y operativa, necesaria para ejecutar y supervisar correctamente este tipo de proyectos. Esto se ha producido a pesar de haber registrado una cifra récord de proyectos exitosos de PPP a finales de la década de los 90 del siglo pasado y el primer decenio de éste.

Puesto	País	Puntaje / 100
1	Chile	79,3
2	Brasil	73,2
3	Perú	67,2
4	México	58,1
5	Colombia	53,7
6	Guatemala	42,4
7	Panamá	34,6
8	Costa Rica	32,3
9	Uruguay	31,8
10	El Salvador	30,6
11	Trinidad y Tobago	29,9
12	Argentina	27,5
13	Jamaica	25,4
14	Honduras	24,6
15	Paraguay	24,5
16	Rep. Dominicana	23,7
17	Nicaragua	16,0
18	Ecuador	14,2
19	Venezuela	4,2

**Tabla 1.1.- Resultados Generales del Infrascopio de 2010**

En el análisis del Infrascopio del año 2012, a pesar de que ningún país de la región está clasificado como Maduro, se resalta el caso de Chile, que al igual que en el 2010 ocupa el primer lugar.

Se considera que con la concesión del Puerto de Manta y proyectos de energías renovables, Ecuador ha abierto oportunidades limitadas para la inversión privada en la infraestructura; sin embargo, el éxito o fracaso de estos proyectos dependerá de la continuidad en la voluntad política y la habilidad del gobierno para aprovechar la capacidad de desarrollo de la participación público - privada que aún queda en algunas agencias del gobierno. Además, dentro del gobierno existe cierta iniciativa para consolidar esta experiencia y conocimiento.

	Naciente	Emergente	Desarrollado	Maduro
Rango	0-30	30-60	60-80	80-100
América Latina y el Caribe	Argentina	Colombia	Brasil	
	Ecuador	Costa Rica	Chile	
	Nicaragua	El Salvador	México	
	Paraguay	Guatemala	Perú	
	República Dominicana	Honduras		
	Venezuela	Jamaica		
		Panamá		
Asia-Pacífico (y países comparativos)		Trinidad y Tobago		
		Uruguay		
	Mongolia	Bangladesh	Estado de Gujarat	Australia
	Papúa Nueva Guinea	China	India	Reino Unido
	Vietnam	Indonesia	Japón	
		Kazakstán	Corea, Rep.	
		Pakistán		
		Filipinas		
		Filipinas		

**Tabla 1.2.- Resultados Generales del Infrascopio de 2012**

## 1.3. LEVANTAMIENTO DE LA LÍNEA BASE

### 1.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS ACTUALES DE LA VÍA

El proyecto está ubicado en la zona norte del Litoral ecuatoriano - provincias de Esmeraldas y Santo Domingo. Inicia al norte de la ciudad de Santo Domingo hacia Esmeraldas (eje vial E-20 Santo Domingo-Quinindé-Esmeraldas, la información de las coordenadas (aproximadas), son: U.T.M., ZONA 17, DATUM WGS84:

	LATITUD	LONGITUD
INICIO Santo Domingo	10°034,758 N	671,128 E
Quinindé	10°036,300 N	669,691 E
FIN Y del León (Ingreso a Esmeraldas)	10°102,122N	648,108 E

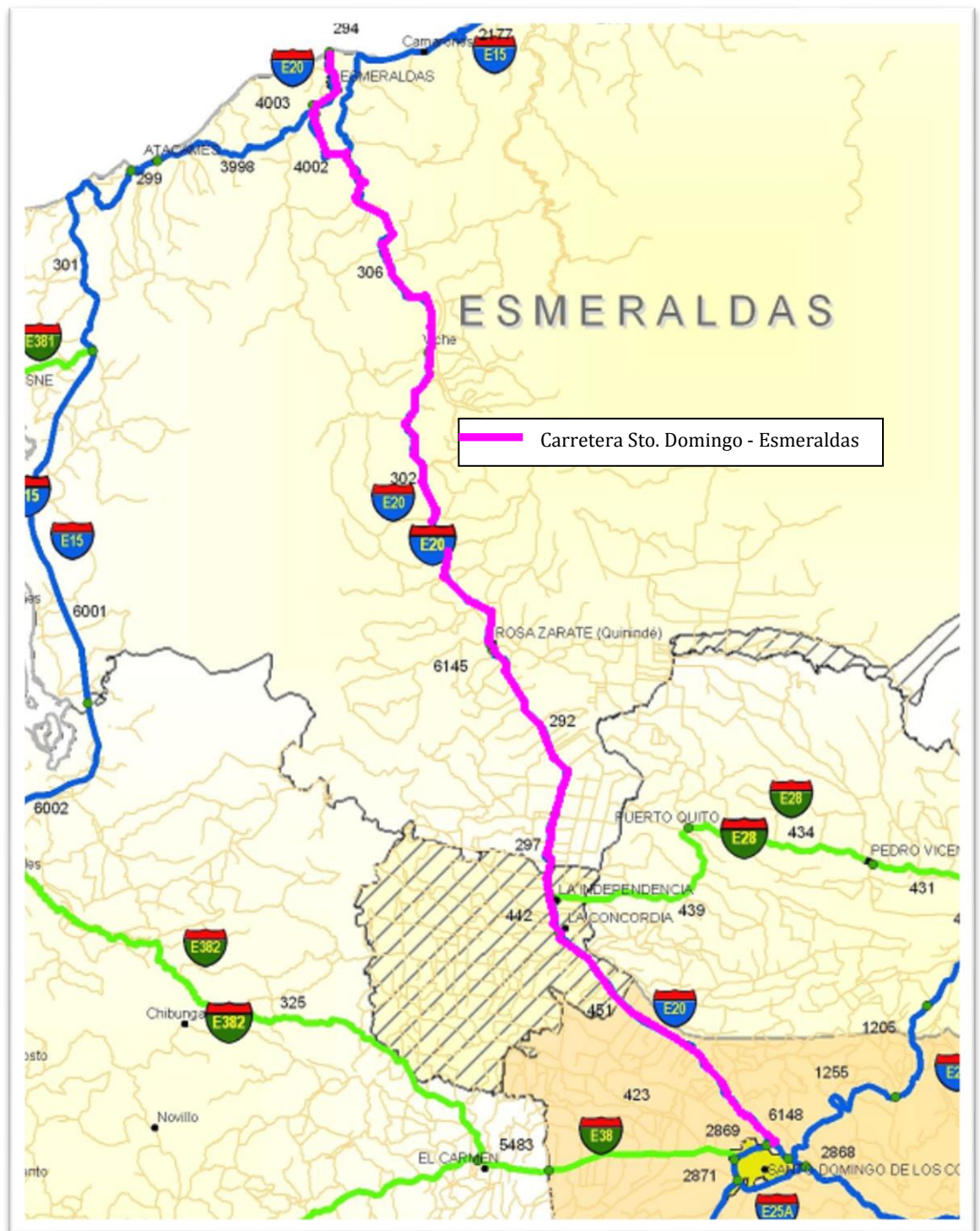
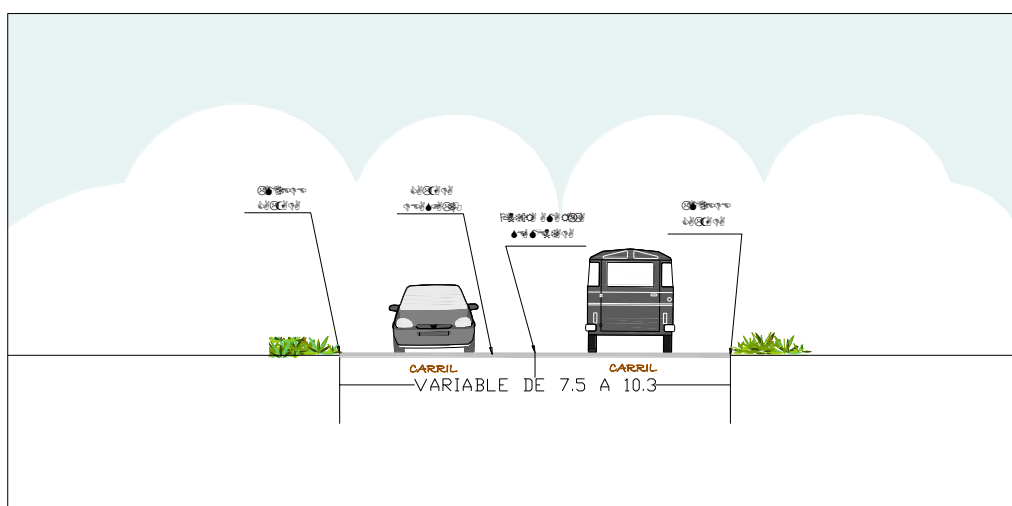


Fig 1.1. Ubicación de la Carretera Santo Domingo – Esmeraldas

La vía presenta las siguientes características:

Longitud:	168.50 Km.
Tipo de vía:	Corredor Estatal E-20,
Tipo de terreno:	Llano - ondulado
Sección transversal:	Entre 7,50 m. y 23,00m
Ancho de espaldones externos:	Variable de 0m a 2m
Tipo de capa de rodadura :	Hormigón Asfáltico y de Hormigón Armado



**Fig 1.2.** Sección Típica Actual

El tramo inicia a la salida de la población de Santo Domingo y finaliza en las afueras de población de Esmeraldas. La vía se desarrolla sobre un terreno entre plano a ondulado.



### **1.3.2. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL ACTUAL**

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), a través de la Unidad de Factibilidad de la Dirección de Estudios del Transporte, realizó los Estudios de Tráfico de la carretera Santo Domingo-Esmeraldas.

Con la finalidad de llegar a determinar el Tráfico Promedio Diario Anual existente (TPDA) y sus características, se realizaron contajes volumétricos de vehículos en forma automática y manual de clasificación en los diferentes tipos de vehículos en cuatro estaciones de conteo, ubicadas en cada uno de los siguientes tramos viales:

- Tramo No.1: Santo Domingo – La Concordia
- Tramo No. 2: La Concordia – Quinindé
- Tramo No.3: Quinindé – Viche
- Tramo No. 4: Viche – Esmeraldas

Esta actividad en cada una de las estaciones de conteo, se realizó bajo el esquema siguiente:

- Conteos volumétricos automáticos, durante cinco (5) días continuos (jueves, viernes, sábado, domingo y lunes), las 24 h/día; en la semana del 10 al 15 de abril del 2014, en los tramos Nos. 1 y 2, y durante cinco (5) días continuos, las 24 h/día; en la semana del 25 al 29 de abril del 2014, en los tramos Nos. 3 y 4.
- Conteos manuales de clasificación vehicular, una muestra de 8 horas – día, durante dos días, en cada una de las estaciones.

- Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) existente

TRAMO No.	TRAMO VIAL	ESTACION No.	UBICACIÓN	TIPO DE CONTEO
1	Santo Domingo - La Concordia	1	Km. 10+250 de Sto. Domingo	Automático y manual
2	La Concordia - Quinindé	2	Km. 50+500 de Sto. Domingo	Automático y manual
3	Quinindé - Viche	3	Km. 12 + 220 desde Quinindé	Automático y manual
4	Viche - Esmeraldas	4	Km. 74+450 desde Quinindé	Automático y manual

**Tabla 1.3.-** Ubicación de Estaciones de Conteo

#### **1.3.2.1. Conteos automáticos volumétricos de tráfico vehicular**

La finalidad de realizar esta actividad es el determinar el volumen de tráfico vehicular que circula por los distintos tramos de vías antes indicados, se utilizaron contadores de cable de neumático, marca STREETER AMMET, los que fueron regulados para obtener volúmenes de pares de ejes para cada hora.

#### **1.3.2.2. Conteos manuales de clasificación vehicular**

Este tipo de conteos se realizaron en forma manual, en las mismas estaciones antes indicadas durante 8 horas - día, y tiene la finalidad de obtener la composición del tránsito en vehículos: liviano, bus y la variedad de camiones.

El formulario No. 1 de contajes volumétricos de tráfico vehicular desglosa la información en una diversidad mayor de tipos de vehículos, finalmente toda la información deberá ser referida a los siguientes tipos:

- Livianos: incluye automóviles y jeeps, camionetas y furgonetas
- Buses desglosado así: Bus de 2 ejes, incluye colectivos, busetas y buses  
Bus de 3 ejes, de larga distancia de circulación
- Camiones: incluye todo tipo de vehículo de carga exceptuando las camionetas, se considera vehículos de carga todos los que tengan doble llanta en el eje posterior y más de un eje.

No se tomará en cuenta para el cálculo del TPDA las motocicletas, los tractores agrícolas y otro tipo de maquinaria vial o agrícola.

Para determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), la contabilización volumétrica automática se efectúa en pares de ejes, es decir como si todos los vehículos fueran de dos ejes.

Determinado los pares de ejes totales diarios durante cinco días (jueves, viernes, sábado, domingo y lunes), se calcula el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) en pares de ejes que contabiliza los contadores automáticos.

El Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS), se determina aplicando la ecuación siguiente:

$$TPDS = \frac{5}{7} * \frac{\sum Dn}{n} + \frac{2}{7} * \frac{\sum Df}{N} \quad (\text{Ec. 1.1})$$

Donde:

TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal (pares de ejes)

Dn; Días normales (de lunes a viernes)

Df: Días de fin de semana

N: Número de días de conteo en fin de semana

n: Número de días de conteo en días normales

Al Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) de pares de ejes, se considera como un tráfico promedio mensual, ya que, se toma la semana que se realiza los conteos de tráfico vehicular como una semana representativa del mes.

Para llegar a determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de vehículos, el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDA) se afecta con los siguientes factores:

- **Factor de ejes (fe):** Se calcula relacionando el número de ejes con el número de vehículos cuantificados en los contajes manuales. Los Factores (fe) determinados son:

ESTACION No.	TRAMO	DIRECCION DE CIRCULACION	FACTOR DE EJES (fe)
1	Santo Domingo - La Concordia	Sto. Domingo - La Concordia	0,9413
		La Concordia - Sto. Domingo	0,9557
2	La Concordia - Quinindé	La Concordia - Quinindé	0,9125
		Quinindé - La Concordia	0,9178
3	Quinindé - Viche	Dos direcciones	0,8711
4	Viche - Esmeraldas	Dos direcciones	0,8728

**Tabla 1.4.-** Factor de Ejes (fe)

- **Factor de estacionalidad mensual fm:**

Al Tráfico Promedio Diario Semanal, que se considera que es un promedio mensual, se lo corrige con el factor de estacionalidad mensual y así expandirlo a un promedio anual.

El factor de estacionalidad (fm) aplicado es calculado en base al consumo de combustibles para el mes de abril en las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas.

ESTACION No.	TRAMO	DIRECCION DE CIRCULACION	FACTOR ESTACIONAL MENSUAL (fm)	PROVINCIA
1	Santo Domingo - La Concordia	Sto. Domingo - La Concordia	1,0734	Sto. Domingo Tsáchilas
		La Concordia - Sto. Domingo	1,0734	Sto. Domingo Tsáchilas
2	La Concordia - Quinindé	La Concordia - Quinindé	1,0734	Sto. Domingo Tsáchilas
		Quinindé - La Concordia	1,0734	Sto. Domingo Tsáchilas
3	Quinindé - Viche	Dos direcciones	0,9874	Esmeraldas
4	Viche - Esmeraldas	Dos direcciones	0,9874	Esmeraldas

**Tabla 1.5.-** Factor de Estacionalidad Mensual - Abril (fm)

El cálculo del TPDA en cada una de las estaciones para los tramos del proyecto es:

$$TPDA = TPDS * fe * fm \quad (\text{Ec. 1.2})$$

Donde:

TPDA= Tráfico Promedio Diario Anual

TPDS= Tráfico Promedio Diario Semanal

fe= Factor de ejes

fm= Factor estacionalidad mensual

En base a los conteos realizados, se determinó que la hora pico de la mañana es de 8:00 a 9:00 y en la tarde es de 17:00 a 18:00.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en cada una de las estaciones:

**CONTEO DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL "TPDA"**

**CORREDOR VIAL: SANTO DOMINGO - ESMERALDAS**

**TRAMO NO.1: SANTO DOMINGO – LA CONCORDIA**

**ESTACION 1: KM. 10 + 250 DESDE SANTO DOMINGO**

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 EJES	3 EJES	LIVIANO	MEDIO	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes			
VEHICULO	7639	622	0	345	1342	268	117	253	10587	802	11388
%	72,16	5,88	0,00	3,26	12,68	2,53	1,10	2,39	100,00		

**Tabla 1.6.-** Dirección de Circulación: Dos Sentidos

**Fuente:** MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA  Vehículos	TPDA  MOTOS	TPDA  Vehí + Motos
		2 EJES	3 EJES	LIVIANO	MEDIO	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes			

VEHICULO	3928	332	0	273	519	140	55	90	5338	380	5718
%	73,58	6,23	0,00	5,12	9,73	2,62	1,03	1,69	100,00		

**Tabla 1.7.-** Dirección de Circulación: Santo Domingo – La Concordia

Fuente: MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 EJES	3 EJES	LIVIANO	MEDIO	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes			
VEHICULO	3711	290	0	72	823	128	62	163	5248	422	5670
%	70,71	5,53	0,00	1,36	15,67	2,44	1,17	3,11	100,00		

**Tabla 1.8.-** Dirección de Circulación: La Concordia – Santo Domingo

Fuente: MTOP 2014

## CONTEO DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EXISTENTE – TPDA

### CORREDOR VIAL: Santo Domingo - Esmeraldas

#### TRAMO No.2: La Concordia – Quinindé

#### ESTACION DE CONTEO: Km. 50 + 500 desde Santo Domingo

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA Vehículos	TPDA MOTOS	TPDA Vehí + Motos
		2 EJES	3 EJES	LIVIANO	MEDIO	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes			
VEHICULO	5429	544	0	297	774	38	93	265	7439	1260	8700
%	72,98	7,32	0,00	3,99	10,40	0,51	1,25	3,56	100,00		

**Tabla 1.9.-** Dirección de Circulación: Dos Sentidos

Fuente: MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR							
	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES	CAMION PESADO	TPDA	TPDA	TPDA



		2 EJES	3 EJES	LIVIANO	MEDIO	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	MOTOS	Vehí + Motos
VEHICULO	2425	250	0	251	270	16	55	117	3383	613	3996
%	71,66	7,38	0,00	7,42	7,98	0,48	1,61	3,47	100,00		

**Tabla 1.10.-** Dirección de Circulación: La Concordia-Quinindé

**Fuente:** MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 EJES	3 EJES	LIVIANO	MEDIO	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	MOTOS	Vehí + Motos
VEHICULO	3004	295	0	46	504	22	38	147	4056	647	4703
%	74,07	7,26	0,00	1,14	12,41	0,54	0,95	3,63	100,00		

**Tabla 1.10.-** Dirección de Circulación: Quinindé- La Concordia

**Fuente:** MTOP 2014

## TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EXISTENTE – TPDA

### CORREDOR VIAL: Santo Domingo - Esmeraldas

#### TRAMO No.3: QUININDÉ - VICHE

#### ESTACION DE CONTEO: KM. 12 + 220 DESDE QUININDÉ

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 Ejes	3 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	Motos	Vehí + Motos
VEHICULO	2909	263	0	230	434	93	77	233	4239	457	4696
%	68,63	6,20	0,00	5,43	10,24	2,20	1,81	5,49	100,00		

**Tabla 1.11.-** Dirección de Circulación: Dos Sentidos

**Fuente:** MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 Ejes	3 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	Motos	Vehí + Motos
VEHICULO	1434	122	0	62	214	49	21	57	1959	211	2171

%	73,22	6,23	0,00	3,15	10,92	2,50	1,09	2,89	100,00
---	-------	------	------	------	-------	------	------	------	--------

**Tabla 1.12.-** Dirección de Circulación: Quinindé - Viche

**Fuente:** MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 Ejes	3 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	Motos	Vehí + Motos
VEHICULO	1475	141	0	169	220	44	55	176	2280	246	2526
%	64,68	6,18	0,00	7,40	9,66	1,93	2,43	7,73	100,00		

**Tabla 1.13.-** Dirección de Circulación: Viche - Quinindé

**Fuente:** MTOP 2014

## TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EXISTENTE – TPDA

### CORREDOR VIAL: Santo Domingo - Esmeraldas

#### TRAMO No.4: Viche - Esmeraldas

#### ESTACION DE CONTEO: Km. 74 + 450 desde Quinindé

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 Ejes	3 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes			
VEHICULO	3729	408	0	166	288	209	76	266	5140	246	5387
%	72,54	7,93	0,00	3,23	5,60	4,06	1,48	5,17	100,00		

**Tabla 1.14.-** Dirección de Circulación: Dos Sentidos

**Fuente:** MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 Ejes	3 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	Motos	Vehi + Motos
VEHICULO	1759	198	0	84	126	117	17	76	2377	114	2491

%	74,00	8,31	0,00	3,52	5,32	4,92	0,73	3,19	100,00
---	-------	------	------	------	------	------	------	------	--------

**Tabla 1.15.-** Dirección de Circulación: Viche - Esmeraldas

**Fuente:** MTOP 2014

CLASIFICACION VEHICULAR											
	LIVIANO	BUS		CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA
		2 Ejes	3 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	Motos	Vehí + Motos
VEHICULO	1970	210	0	82	161	92	58	190	2763	132	2895
%	71,28	7,61	0,00	2,97	5,84	3,32	2,12	6,86	100,00		

**Tabla 1.16.-** Dirección de Circulación: Esmeraldas - Viche

**Fuente:** MTOP 2014

### 1.3.3. VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN Y TIEMPOS DE VIAJE

La velocidad promedio es la velocidad media espacial o velocidad de recorrido de los vehículos tipo, que en un instante dado se encuentran trasladándose en un tramo vial. Para un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial se calcula dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerla.

Para llevar a cabo las mediciones de velocidades en los distintos sectores, se utilizó el método de seguimiento de los diferentes tipos de vehículos por tramos, registrando la velocidad con lo que marca el velocímetro; posteriormente se procesa la información y se obtiene la velocidad de recorrido en el tramo.

A continuación se presentan los datos obtenidos en el área de estudio:

						A1	A2	B	C1	C2	C3
TRAMO	ESTACION	Abcisdado desde	Abcisdado a	Longitud (Km) Existente	Nº Carriles	Motos	Livianos	Buses	Camiones de 2 ejes	Camiones de 3 ejes	Camiones de 4 o + ejes
1	Santo Domingo-La Concordia	0+000	38+000	38,00	4,00	65,00	90,00	78,00	79,00	77,00	75,00
2	La Concordia a La Independencia	38+000	45+000	7,00	2,00	39,00	54,00	46,80	47,40	46,20	45,00
3	La Independencia a La Unión	45+000	53+000	8,00	4,00	65,00	90,00	78,00	79,00	77,00	75,00
4	La Unión	53+000	58+000	5,00	2,00	39,00	54,00	46,80	47,40	46,20	45,00
5	La Unión a Quininde	58+000	78+000	20,00	4,00	65,00	90,00	78,00	79,00	77,00	75,00
6	Quininde	78+000	81+000	3,00	4,00	50,70	70,20	60,84	61,62	60,06	58,50
7	De Quininde a El Mirador	81+000	100+000	19,00	4,00	65,00	90,00	78,00	79,00	77,00	75,00
8	De El Mirador a 108+000	100+000	108+000	8,00	4,00	65,00	90,00	78,00	79,00	77,00	75,00
9	De 108+000 a Chafllu	108+000	137+000	29,00	2,00	39,00	54,00	46,80	47,40	46,20	45,00
10	De Chafllu a la Y de San Mateo	137+000	157+480	20,48	2,00	39,00	54,00	46,80	47,40	46,20	45,00

**Tabla 1.17.-** Velocidades de circulación

**Fuente:** SERVICIOS DE CONSULTORÍA ESTUDIOS DE TRÁFICO DE LA CARRETERA SANTO DOMINGO -  
ESMERALDAS CÓDIGO: CCD-01-ESE-SUB1-2012

## CAPÍTULO II:

### 2. ESTUDIO DE TRÁFICO Y PROYECCIONES:

2.1. Valoración del tráfico: Existente, Desviado y Generado.

2.2. Proyección de TPDA para la vida útil del proyecto de por lo menos  
20 años

2.3. Ubicación de peajes

## **2. ESTUDIO DE TRÁFICO Y PROYECCIONES**

### **2.1. Valoración del tráfico**

Para llegar a determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), al proyecto lo dividimos en cuatro tramos, ya que, se pretende implementar cuatro estaciones de peaje. Por consiguiente el proyecto está formado por los tramos viales siguientes:

Tramo No.1: Santo Domingo – La Concordia

Tramo No. 2: La Concordia – Quinindé

Tramo No.3: Quinindé – Viche

Tramo No. 4: Viche - Esmeraldas

El estudio desarrolla las siguientes actividades:

Cuantificar el Tráfico vehicular existente – en TPDA existente

Proyección del TPDA existente

### 2.1.1. Valoración del tráfico Existente

El tráfico vehicular existente corresponde a los vehículos que actualmente circulan por los tramos viales antes indicados.

Los resultados del TPDA (vehículos – año 2014) así calculado en las estaciones antes indicadas, se presentan a continuación y la obtención de estos datos se la detalló en el capítulo anterior de este documento.

Además se cuantificó el TPDA de motocicletas.

CLASIFICACION VEHICULAR - DOS SENTIDOS DE CIRCULACION										
ESTACION	LIVIANO	BUS	CAMION 2 EJES		CAMION PESADO			TPDA	TPDA	TPDA Vehículos + Motos
		2 Ejes	Liviano	Medio	3 Ejes	5 Ejes	6 Ejes	Vehículos	Motos	
No. 1: Km. 10+250	7639	622	345	1342	268	117	253	10587	802	11388
No. 2: Km. 50+500	5429	544	297	774	38	93	265	7439	1260	8700
No. 3: Km. 11+220	2909	263	230	434	93	77	233	4239	457	4696
No. 4: Km. 74+550	3729	408	166	288	209	76	266	5140	246	5387

**Tabla 2.4.-** TPDA en todas las estaciones

Fuente: MTOP 2014

### 2.1.2. Valoración del tráfico Desviado

El tráfico desviado es el que ya existía anteriormente a la realización de un proyecto, en este caso, la ampliación de la vía Santo Domingo-Esmeraldas, pero que ahora usará la infraestructura implementada, en lugar de rutas alternas.

### 2.1.3. Valoración del tráfico Generado.

El tráfico generado o inducido es el que anteriormente no existía y que se produce por la implementación de la nueva infraestructura.

Se deberá analizar en términos cualitativos el efecto de la generación de tráfico entre los principales centros urbanos que atraviesa el corredor E20 para definir los tramos en los que el volumen de tráfico inducido puede ser significativos.

En base a la experiencia y a los datos que se han revisado en varios estudios, se suele considerar como tráfico generado entre el 10% y el 15% del tráfico observado, mientras que para el tráfico desviado, se usa entre el 5% y el 10% del tráfico observado.

Al ser simples consideraciones y partiendo del criterio de que el tráfico es el factor más sensible para fijar una tarifa, se ha decidido trabajar únicamente con el tráfico observado, por cuanto no se cuenta con una metodología nacional que permita el cálculo del tráfico generado y desviado.

## 2.2. Proyección de TPDA para la vida útil del proyecto (mínimo 20 años)

Se presenta un análisis de proyecciones más probables para una concesión de 20 años del corredor estatal E-20 Tramo Santo Domingo-Esmeraldas. Tomando como año de inicio de operación el 2013, culminando 20 años después, es decir en el 2032.

Para la ejecución de estos análisis, se consideran los datos reportados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) sobre la variación del PIB, de la población y del parque automotor a través del tiempo. También, se revisan varios estudios contratados por el MTOP referentes al corredor E-20, a fin de comparar proyecciones, metodologías y datos de volúmenes de tráfico observados a través del tiempo.

### 2.2.1. Tasas de Crecimiento

En el presente análisis se toma como referencia los datos proporcionados por el INEC para observar como se ha venido desarrollando el comportamiento de los índices de Población, del Parque Automotor y del PIB del transporte.

#### 2.2.1.1. Crecimiento de la Población

En la Tabla 2.1 y la Figura 2.1 se presentan las cifras del crecimiento poblacional a partir del año 2010 hasta el 2020, de acuerdo a las proyecciones presentadas por el INEC, para las provincias de Esmeraldas y Santo Domingo. La tasa de crecimiento promedio es de 1,67% anual.

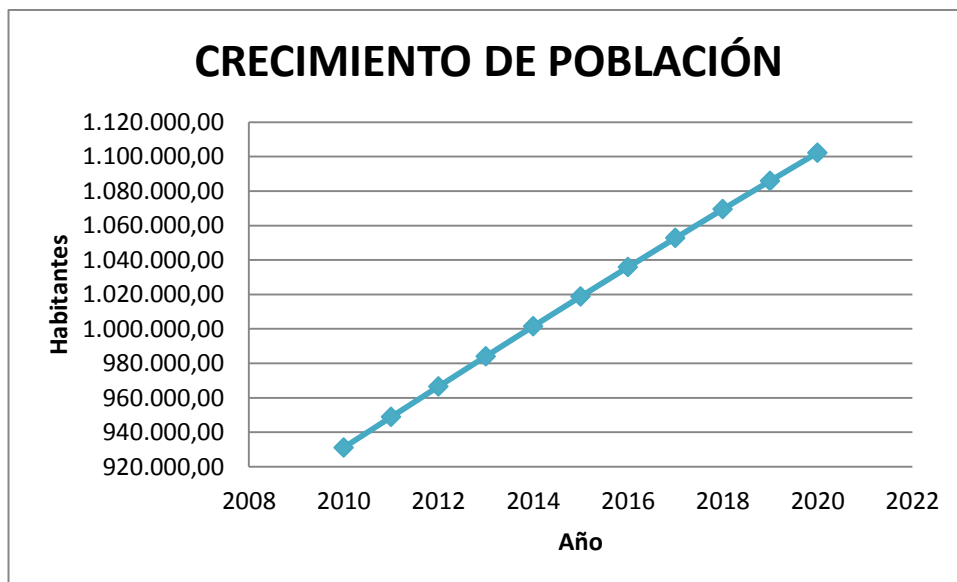
Años	Población	Resta	Crecimiento	Promedio
------	-----------	-------	-------------	----------



2010	931.090,00			1,67%
2011	948.834,00	17.744	1,87%	
2012	966.515,00	17.681	1,83%	
2013	984.073,00	17.558	1,78%	
2014	1.001.492,00	17.419	1,74%	
2015	1.018.734,00	17.242	1,69%	
2016	1.035.816,00	17.082	1,65%	
2017	1.052.700,00	16.884	1,60%	
2018	1.069.414,00	16.714	1,56%	
2019	1.085.921,00	16.507	1,52%	
2020	1.102.234,00	16.313	1,48%	

**Tabla 2.6.- Crecimiento de la Población**

Fuente: [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)



**Fig 2.1. Crecimiento Anual de la Población**

### 2.2.1.2. Crecimiento del Parque Automotor

En la Tabla 2.7 y la Figura 2.2 se presentan las cifras del crecimiento del parque automotor a partir del año 2003 hasta el 2006. No se consideran los años posteriores ya que el decrecimiento responde a la falta de matriculación de los vehículos más no al decrecimiento del parque automotor. La tasa de crecimiento promedio es de 9,02 % anual.

CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR				
Años	Cifras	Resta	% Crecimiento	Promedio
2003	723.176			9,02%
2004	764.086	40.910	5,35%	
2005	867.666	103.580	11,94%	
2006	961.556	93.890	9,76%	

Tabla 2.7.- Crecimiento del Parque Automotor

Fuente: [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)

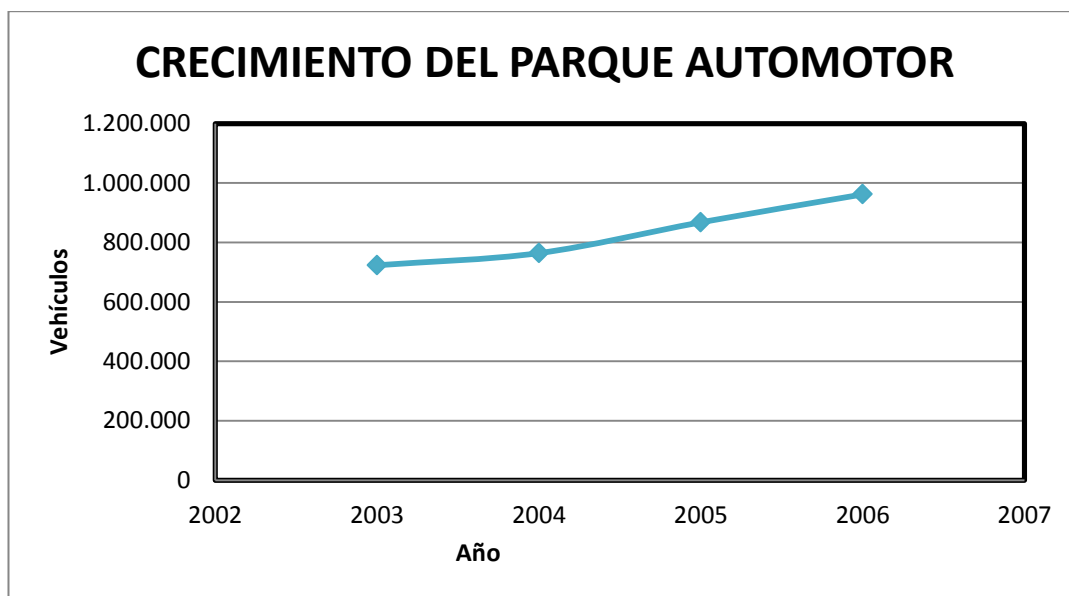


Fig 2.2. Crecimiento Anual del Parque Automotor

### 2.2.1.3. Crecimiento de PIB de Sector Transporte

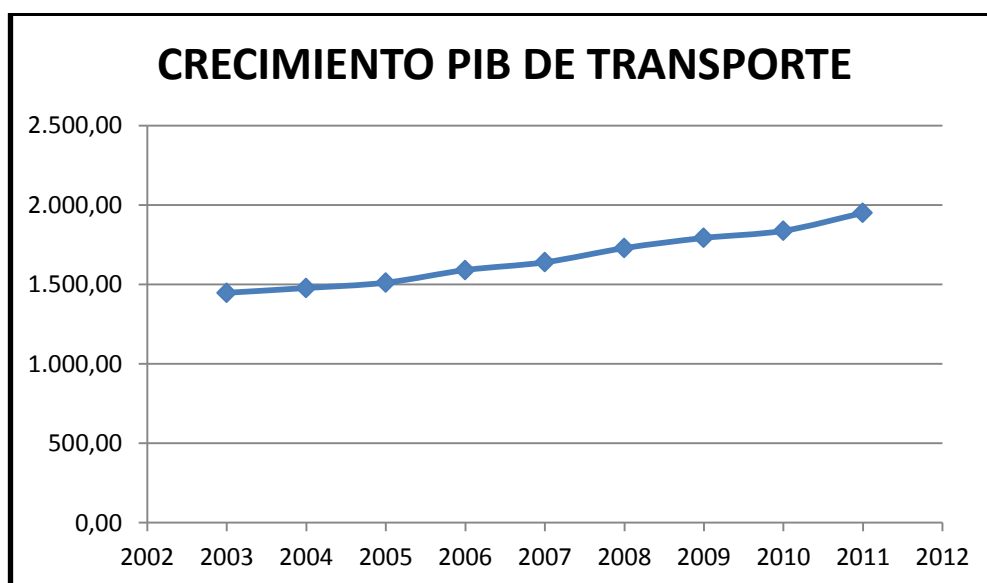
En la Tabla 2.7 y la Figura 2.3 las cifras obtenidas del INEC donde se puede interpretar el crecimiento del PIB del -sector Transporte en el Ecuador desde el año 2003 hasta el año 2011.

De ello, se estima una tasa de crecimiento promedio anual del 3.66%.

CRECIMIENTO DE PIB DE TRANSPORTE				
Años	Cifras	Resta	% Crecimiento	Promedio
2003	32.432.859			3,66%
2004	36.591.661	30,01	2,0%	
2005	41.507.085	33,95	2,2%	
2006	46.802.044	79,25	5,0%	
2007	51.007.777	48,97	3,0%	
2008	61.762.635	89,32	5,2%	
2009	61.550.427	63,79	3,6%	
2010	67.856.493	45,14	2,5%	
2011	78.189.401	112,5	5,8%	

**Tabla 2.8.-** Crecimiento del Producto Interno Bruto (Transporte)

Fuente: [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec)



**Fig 2.3.** Crecimiento del Producto Interno Bruto (Transporte)

### 2.2.2. Proyecciones por Indicadores

A continuación se presentan los índices, promedios, pesos estimados y tasa de crecimiento ponderada a considerarse como representativa para el cálculo de las proyecciones de tráfico.

ÍNDICES	PROMEDIO	PESOS	%
Población	1,67%	20%	0,33%
Parque Automotor	9,02%	40%	3,61%
PIB_ Transporte	3,66%	40%	1,46%
<b>Porcentaje Estimado</b>			<b>5,41%</b>

**Tabla 2.9.-** Promedios de Indicadores

**Fuente:** Propia

Los pesos de cada índice han sido asignados en base a la variación que se estime que van a sufrir, siendo mayor en el caso que se crea que tendrán un crecimiento acelerado.

La tasa promedio ponderada de crecimiento anual que se considera, particularmente para el crecimiento del tipo de vehículos pesados, comerciales, camiones pesados y extrapesados, sería la tasa del 5,41% anual.

### 2.2.3. Factor de Crecimiento.

En un corredor, el Tráfico Promedio Diario Anual – TPDA, se proyecta al futuro, a un periodo que se denomina “vida útil” del proyecto (30 años), proyección que servirá en el estudio en los siguientes aspectos:

- Para dimensionar y dar las características geométricas de la vía

- Para cuantificar los beneficios por efecto en el ahorro en la operación de los vehículos y tiempos de viaje, y en la factibilidad económica del proyecto.

La expresión matemática que se utiliza para las proyecciones del TPDA, es la siguiente:

$$TPDA_f = TPDA_0 * (1+\alpha)^t \quad \text{ec. 1}$$

$$TPDA_f = TPDA_0 * F \quad \text{ec. 2}$$

Donde:

<b>TPDA<sub>f</sub></b> =	Tráfico Promedio Diario Anual Futuro
<b>TPDA<sub>0</sub></b> =	Tráfico Promedio Diario Anual Actual
<b>α</b> =	Tasa de crecimiento del parque automotor
<b>t</b> =	número de años de la proyección.
<b>F</b> =	Factor de crecimiento

#### 2.2.4. Análisis Comparativo de Datos Históricos de Tráfico.

Se han revisado los conteos de tráfico de este corredor presentados en los siguientes estudios:

- *Estudio de Factibilidad, Impactos Ambientales e Ingeniería definitivos para el Ensamblamiento y Mejoramiento de la Carretera Quinindé-Esmeraldas, CAMINOSCA, 2011.*
- *Estudio de Tráfico, Impactos Ambientales e Ingeniería Definitivos de la Carretera Santo*

*Domingo-Quevedo (incluye el Paso Lateral de Santo Domingo, de 125 Km de longitud); CIEPER, 2011.*

- *Plan Maestro de Vialidad*, año 2002, realizado por la Asociación COA-León&Godoy, de donde se extrae un tráfico histórico observado y proyectado para el corredor arterial E-20 Tramo Santo Domingo-Esmeraldas.

#### **2.2.4.1. Proyección del TPDA según Caminosca 2011**

En el Estudio que realizó Caminosca en el año 2011, se utilizó las tasas anuales que se presentan en la Tabla 2.10.

Periodo	Liviano	Bus	Camión
2011-2015	3,66	2,11	1,97
2016-2020	3,19	1,90	1,78
2021-2030	2,81	1,73	1,61

**Tabla 2.10.-** Tasas de Crecimiento de Tráfico

**Fuente:** Estudio de la Carretera Quinindé-Esmeraldas, Caminosca 2011

Utilizando las tasas de crecimiento anteriores, Caminosca publicó sus proyecciones sobre las cifras de tráfico, que se presentan en las Tabla 2.11 y 2.12.

Año	Liviano	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 5 Ejes	Camión 6 Ejes	Total
2010	3 021	420	726	83	99	275	4 624
2011	3 132	429	740	85	101	281	4 767
2012	3 246	438	755	86	103	287	4 915

Año	Liviano	Bus	Camión 2 Ejes	Camión 3 Ejes	Camión 5 Ejes	Camión 6 Ejes	Total
2013	3 365	447	770	88	105	292	5 067
2014	3 488	457	785	90	107	298	5 224
2015	3 616	466	800	92	109	304	5 387
2016	3 731	475	815	93	111	309	5 534
2017	3 850	484	829	95	113	315	5 686
2018	3 973	493	844	96	115	320	5 842
2019	4 100	503	859	98	117	326	6 003
2020	4 231	512	874	100	119	332	6 168
2021	4 349	521	888	102	121	337	6 319
2022	4 472	530	903	103	123	343	6 473
2023	4 597	539	917	105	125	348	6 632
2024	4 726	549	932	107	127	354	6 794
2025	4 859	558	947	108	129	360	6 961
2026	4 996	568	962	110	131	365	7 132
2027	5 136	578	978	112	133	371	7 308
2028	5 281	588	993	114	135	377	7 488
2029	5 429	598	1 009	115	138	383	7 672
2030	5 581	608	1 026	117	140	389	7 862
2031	5 738	619	1 042	119	142	396	8 056
2032	5 900	629	1 059	121	144	402	8 255
2033	6 065	640	1 076	123	147	409	8 460
2034	6 236	651	1 093	125	149	415	8 669
2035	6 411	663	1 111	127	151	422	8 885
2036	6 591	674	1 129	129	154	429	9 105
2037	6 776	686	1 147	131	156	436	9 332
2038	6 967	698	1 165	133	159	443	9 564
2039	7 163	710	1 184	135	161	450	9 803
2040	7 364	722	1 203	138	164	457	10 047

**Tabla 2.11.-** Proyección del TPDA Asignado, Tramo: Quinindé-San Mateo

**Fuente:** Estudio de la Carretera Quinindé-Esmeraldas, Caminosca 2011

<b>Año</b>	<b>Liviano</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión 2 ejes</b>	<b>Camión 3 Ejes</b>	<b>Camión 5 Ejes</b>	<b>Camión 6 Ejes</b>	<b>Total</b>
2010	6 087	629	1 070	196	87	220	8 289
2011	6 310	642	1 091	200	89	225	8 557
2012	6 541	656	1 113	204	90	229	8 833
2013	6 780	670	1 134	208	92	234	9 118
2014	7 028	684	1 157	212	94	238	9 413
2015	7 285	698	1 180	216	96	243	9 718
2016	7 518	711	1 201	220	98	247	9 995
2017	7 758	725	1 222	224	99	252	10 280
2018	8 005	739	1 244	228	101	256	10 573
2019	8 261	753	1 266	232	103	261	10 875
2020	8 524	767	1 288	236	105	266	11 186
2021	8 764	780	1 309	240	106	270	11 469
2022	9 010	794	1330	244	108	274	11 760
2023	9 263	808	1 352	248	110	279	12 058
2024	9 523	822	1 373	252	112	283	12 365
2025	9 791	836	1 396	256	113	288	12 679
2026	10 066	850	1 418	260	115	292	13 002
2027	10 349	865	1 441	264	117	297	13 333
2028	10 640	880	1 464	268	119	302	13 673
2029	10 939	895	1 488	272	121	307	14 022
2030	11 246	911	1 512	277	123	312	14 380
2031	11 562	926	1 536	281	125	317	14 747
2032	11 887	942	1 561	286	127	322	15 124
2033	12 221	959	1 586	290	129	327	15 512
2034	12 564	975	1 611	295	131	332	15 909
2035	12 917	992	1 637	300	133	337	16 317



Año	Liviano	Bus	Camión 2 ejes	Camión 3 Ejes	Camión 5 Ejes	Camión 6 Ejes	Total
2036	13 280	1 009	1 664	305	135	343	16 736
2037	13 654	1 027	1 690	310	137	348	17 166
2038	14 037	1 045	1 718	315	140	354	17 608
2039	14 432	1 063	1 745	320	142	360	18 061
2040	14 837	1 081	1 773	325	144	366	18 526

**Tabla 2.12.-** Proyección del TPDA Asignado, Tramo: San Mateo-Esmeraldas

**Fuente:** Estudio de la Carretera Quinindé-Esmeraldas, Caminosca 2011

#### 2.2.4.2. Proyección del TPDA según CIEPER 2011

En el Estudio que realizó CIEPER en el año 2011, se muestra el tráfico en el distribuidor “*Sueño de Bolívar*” que es justamente el punto de Abscisa 0+000 del tramo Santo Domingo – Esmeraldas. La Tabla 2.13 presenta las cifras de tráfico correspondientes al año 2011

**TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EXISTENTE – TPDA (Vehículos)**  
**GIROS DE DISTRIBUIDOR: SUEÑO DE BOLIVAR**

LIVIANOS	BUSES		CAMIONES				TPDA
	2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 JES	5 EJES	6 EJES	
DIRECCION: QUITO - TERMINAL TERRESTRE (GIRO RECTO)							
4276	968	0	1082	416	277	329	7347
DIRECCION: QUITO - ESMERALDAS (GIRO DERECHO)							
2014	53	0	740	141	25	34	3006
DIRECCION: TERMINAL - REDONDEL POLICIA (GIRO DERECHO)							
2657	315	0	422	31	3	10	3438
DIRECCION: REDONDEL POLICIA - VIA QUITO (GIRO DERECHO)							
3879	972	0	750	103	10	29	5743
DIRECCION: ESMERALDAS - TERMINAL (GIRO DERECHO)							
3744	790	0	1093	260	35	65	5986
DIRECCION: REDONDEL POLICIA - ESMERALDAS (GIRO RECTO)							
5485	862	0	919	135	14	43	7459
DIRECCION: ESMERALDAS - REDONDEL POLICIA (GIRO RECTO)							
6488	626	0	846	116	44	15	8135
DIRECCION: TERMINAL - VIA A QUITO (GIRO RECTO)							
5245	614	0	1912	307	49	33	8161

**Tabla 2.13.-** TPDA del Distribuidor de Tráfico “Sueño de Bolívar”

**Fuente:** Estudio del Anillo Vial de Santo Domingo, CIEPER 2011

### 2.2.4.3. TPDA Observado y Proyectado según Plan Maestro de Vialidad, COA 2002.

El Plan Maestro de Vialidad desarrollado por la Asociación COA-L&G en el año 2002, presentó factores de crecimiento por tipo de vehículo, para los años 2005, 2012, 2022 y 2032, tal como se

Clase de Vehículo	Descripción	AÑO 2002	AÑO 2005	AÑO 2012	AÑO 2022	AÑO 2032
A1	Livianos	1,0000	1,0510	1,1046	1,1496	1,1670
A2		1,0000	1,0510	1,1046	1,1496	1,1670
B	Buses	1,0000	1,0510	1,1046	1,1496	1,1670
C1	Camiones	1,0000	1,0510	1,1046	1,1496	1,1670
C2		1,0000	1,0510	1,1046	1,1330	1,1850
C3		1,0000	1,0510	1,1046	1,1330	1,1850

Clase de Vehículo	Descripción	AÑO 2002	AÑO 2005	AÑO 2012	AÑO 2022	AÑO 2032
A1	Livianos	1,0000	1,0773	1,1605	1,2820	1,3143
A2		1,0000	1,0773	1,1605	1,2820	1,3143
B	Buses	1,0000	1,0773	1,1605	1,2820	1,3143
C1	Camiones	1,0000	1,0773	1,1605	1,2820	1,3143
C2		1,0000	1,0773	1,1505	1,2200	1,3480
C3		1,0000	1,0773	1,1505	1,2200	1,3480

aprecia a continuación:

**Tabla 2.14.-** Factores de Crecimiento (Palmas, Eloy Alfaro, Puerto, San Lorenzo, Isla Prado Norte)

**Fuente:** Plan Maestro de Vialidad, COA-L&G, 2002

**Tabla 2.15.-** Factores de Crecimiento (Muisne, Isla Prado Sur, Tachina, San Mateo)

**Fuente:** Plan Maestro de Vialidad, COA-L&G, 2002

Clase de Vehículo	Descripción	AÑO 2002	AÑO 2005	AÑO 2012	AÑO 2022	AÑO 2032
-------------------	-------------	----------	----------	----------	----------	----------

A1	Livianos	1,0000	1,1310	1,2801	1,5604	1,7228
A2		1,0000	1,1310	1,2801	1,5604	1,7228
B	Buses	1,0000	1,1310	1,2801	1,5604	1,7228
C1	Camiones	1,0000	1,1310	1,2801	1,5604	1,7228
C2		1,0000	1,1590	1,3439	1,3120	1,9000
C3		1,0000	1,1590	1,3439	1,3120	1,9000

**Tabla 2.16.-** Factores de Crecimiento (Quinindé)

**Fuente:** Plan Maestro de Vialidad, COA-L&G, 2002

Clase de Vehículo	Descripción	AÑO 2002	AÑO 2005	AÑO 2012	AÑO 2022	AÑO 2032
A1	Livianos	1,0000	1,1593	1,3439	1,7203	1,9464
A2		1,0000	1,1593	1,3439	1,7203	1,9464
B	Buses	1,0000	1,1593	1,3439	1,7203	1,9464
C1	Camiones	1,0000	1,1593	1,3439	1,7203	1,9464
C2		1,0000	1,0773	1,1605	1,2200	1,4160
C3		1,0000	1,0773	1,1605	1,2200	1,4160

**Tabla 2.17.-** Factores de Crecimiento (ciudad de Esmeraldas)

**Fuente:** Plan Maestro de Vialidad, COA-L&G, 2002

Los factores de crecimiento presentadas están por debajo de lo que ha ocurrido en los últimos 10 años, es decir, las proyecciones de la Asociación COA-L&G fueron inferiores a la realidad para este el corredor arterial estatal E-20 Tramo Santo Domingo – Esmeraldas.

De la aplicación de estos factores sobre el tráfico observado se obtuvieron las siguientes proyecciones de tráfico:

SUBTRAMO	LONGITUD	TPDA AÑO 2002	TPDA AÑO 2005	TPDA AÑO 2010	TPDA AÑO 2012	TPDA AÑO 2020
Y DE SAN MATEO- T DE ESMERALDAS (ATACAMES-MUISNE)	9	292	364	491	530	685
VICHE - Y DE SAN MATEO	32	1.284	1.675	2.392	2.598	3.420
QUININDÉ - VICHE	44	1.284	1.675	2.392	2.598	3.420
ZONA URBANA DE QUININDÉ	1	1.284	1.675	2.392	2.598	3.420
LA UNIÓN - QUININDÉ	24	2.368	3.060	4.236	4.590	6.006
LA INDEPENDENCIA - LA UNIÓN	11	2.368	3.060	4.236	4.590	6.006
LA CONCORDIA - LA INDEPENDENCIA	5	3.060	4.131	6.325	6.945	9.423
LA CONCORDIA - SANTO DOMINGO	39	2.964	4.000	6.127	6.725	9.122

**Tabla 2.18.-** TPDA en el Corredor Arterial E20

**Fuente:** Plan Maestro de Vialidad, COA & L-G-Asociados-2002

SUBTRAMO	PERÍODOS			
	2002-2005	2005-2010	2010-2012	2012-2020
Y DE SAN MATEO- T DE ESMERALDAS (ATACAMES-MUISNE)	7,6%	6,2%	3,9%	3,3%
VICHE - Y DE SAN MATEO	9,3%	7,4%	4,2%	3,5%
QUININDÉ - VICHE	9,3%	7,4%	4,2%	3,5%
ZONA URBANA DE QUININDÉ	9,3%	7,4%	4,2%	3,5%
LA UNIÓN - QUININDÉ	8,9%	6,7%	4,1%	3,4%
LA INDEPENDENCIA - LA UNIÓN	8,9%	6,7%	4,1%	3,4%
LA CONCORDIA - LA INDEPENDENCIA	10,5%	8,9%	4,8%	3,9%

LA CONCORDIA - SANTO DOMINGO	10,5%	8,9%	4,8%	3,9%
------------------------------	-------	------	------	------

**Tabla 2.19.-** Tasas de Crecimiento por Periodos en el Corredor Arterial E20

**Fuente:** Plan Maestro de Vialidad, COA & L-G-Asociados-2002

Al comparar los tráficos presentados por COA en el Plan Maestro de Vialidad y de los conteos 2012 podemos observar que se subestimaron los factores de crecimiento ya que el crecimiento fue mayor al esperado.

#### 2.2.5. Selección de Tasas de Crecimiento.

Una vez revisadas las cifras históricas, las actuales, datos de crecimiento del INEC y tasas de crecimiento utilizadas por otros consultores, se seleccionan las siguientes tasas de crecimiento:

Clase de Vehículo	Descripción	Tasa de Crecimiento (%)
A	Livianos	3,66
B	Buses	2,11
C1	Camiones	5,41
C2		5,41
C3		5,41

**Tabla 2.20.-** Tasas de Crecimiento de los años 2014 a 2043

**Fuente:** Propia

2.2.5.1. **Vehículos Livianos (A)**, se selecciona la *tasa promedio de crecimiento del PIB\_Transporte*, igual a un **3,66% anual** – cifra que es exactamente la misma utilizada por Caminosca para los vehículos livianos (A) en un primer período de 2011-2015.

2.2.5.2. **Buses (B)**, se selecciona la tasa de crecimiento utilizada en el estudio de *Caminos-  
ca* para el período 2011 al 2015, que es **2,11%**.

2.2.5.3. **Camiones Ligeros, Pesado y Extrapesados, (C1), (C2) y (C3)**, se selecciona el porcentaje de crecimiento anual ponderado que se encuentra en la Tabla 2.9 y corresponde a **5,41%**, basado en la combinación de las tasas de crecimiento poblacional, parque Automotor y el PIB Transporte.

En la Tabla 2.20 se presentan las tasas de crecimiento seleccionadas para cada tipo de vehículo. Dada la fuerte reseña histórica se utilizarán las tasas de crecimiento aquí seleccionadas como constantes para todo el período comprendido entre el año 2013 y el año 2032.

A continuación, se presentan las Tablas 2.21 a la 2.24 con las estimaciones del tráfico promedio anual que circularía desde el año 2014 al año 2043 por cada una de las cuatro estaciones mencionadas, considerando que en los años intermedios se generarán incrementos proporcionales.

AÑO	TIPO DE VEHÍCULO							
	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TT
2.014	7.639	622	345	1.342	268	117	253	10.586
2.015	7.919	645	364	1.415	282	123	267	11.014
2.016	8.208	668	383	1.491	298	130	281	11.460
2.017	8.509	693	404	1.572	314	137	296	11.925
2.018	8.820	718	426	1.657	331	144	312	12.409

2.019	9.143	744	449	1.746	349	152	329	12.913
2.020	9.478	772	473	1.841	368	161	347	13.439
2.021	9.825	800	499	1.941	388	169	366	13.987
2.022	10.184	829	526	2.046	408	178	386	14.557
2.023	10.557	860	554	2.156	431	188	406	15.152
2.024	10.943	891	584	2.273	454	198	428	15.772
2.025	11.344	924	616	2.396	478	209	452	16.418
2.026	11.759	957	649	2.525	504	220	476	17.092
2.027	12.189	993	684	2.662	532	232	502	17.794
2.028	12.636	1.029	721	2.806	560	245	529	18.526
2.029	13.098	1.066	760	2.958	591	258	558	19.289
2.030	13.577	1.106	802	3.118	623	272	588	20.085
2.031	14.074	1.146	845	3.287	656	287	620	20.914
2.032	14.589	1.188	891	3.464	692	302	653	21.779
2.033	15.123	1.231	939	3.652	729	318	688	22.682
2.034	15.677	1.276	990	3.849	769	336	726	23.622
2.035	16.251	1.323	1.043	4.058	810	354	765	24.604
2.036	16.845	1.372	1.100	4.277	854	373	806	25.627
2.037	17.462	1.422	1.159	4.509	900	393	850	26.695
2.038	18.101	1.474	1.222	4.752	949	414	896	27.809
2.039	18.764	1.528	1.288	5.010	1.000	437	944	28.970
2.040	19.450	1.584	1.358	5.281	1.055	460	996	30.183
2.041	20.162	1.642	1.431	5.566	1.112	485	1.049	31.447
2.042	20.900	1.702	1.508	5.867	1.172	512	1.106	32.767
2.043	21.665	1.764	1.590	6.185	1.235	539	1.166	34.144

**Tabla 2.21.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos, Estación 1

Fuente: Propia

AÑO	TIPO DE VEHÍCULO							
	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TT
2.014	5.429	544	297	774	38	93	265	7.440
2.015	5.628	564	313	816	40	98	279	7.738
2.016	5.834	585	330	860	42	103	294	8.048
2.017	6.047	606	348	907	45	109	310	8.371
2.018	6.269	628	367	956	47	115	327	8.708

2.019	6.498	651	387	1.007	49	121	345	9.058
2.020	6.736	675	407	1.062	52	128	364	9.423
2.021	6.982	700	429	1.119	55	134	383	9.803
2.022	7.238	725	453	1.180	58	142	404	10.199
2.023	7.503	752	477	1.244	61	149	426	10.612
2.024	7.777	779	503	1.311	64	158	449	11.041
2.025	8.062	808	530	1.382	68	166	473	11.489
2.026	8.357	837	559	1.457	72	175	499	11.955
2.027	8.663	868	589	1.535	75	184	526	12.441
2.028	8.980	900	621	1.618	79	194	554	12.947
2.029	9.309	933	655	1.706	84	205	584	13.475
2.030	9.649	967	690	1.798	88	216	616	14.025
2.031	10.003	1.002	727	1.896	93	228	649	14.598
2.032	10.369	1.039	767	1.998	98	240	684	15.195
2.033	10.748	1.077	808	2.106	103	253	721	15.817
2.034	11.142	1.116	852	2.220	109	267	760	16.466
2.035	11.549	1.157	898	2.340	115	281	801	17.142
2.036	11.972	1.200	947	2.467	121	296	845	17.847
2.037	12.410	1.244	998	2.600	128	312	890	18.582
2.038	12.864	1.289	1.052	2.741	135	329	938	19.349
2.039	13.335	1.336	1.109	2.889	142	347	989	20.148
2.040	13.823	1.385	1.169	3.046	150	366	1.043	20.981
2.041	14.329	1.436	1.232	3.210	158	386	1.099	21.850
2.042	14.854	1.488	1.299	3.384	166	407	1.159	22.756
2.043	15.397	1.543	1.369	3.567	175	429	1.221	23.701

**Tabla 2.21.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos, Estación 2

**Fuente:** Propia

AÑO	TIPO DE VEHÍCULO							
	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TT
2.014	2.909	263	230	434	93	77	233	4.239
2.015	3.015	273	242	457	98	81	246	4.413
2.016	3.126	283	256	482	103	86	259	4.594
2.017	3.240	293	269	508	109	90	273	4.783
2.018	3.359	304	284	536	115	95	288	4.980



2.019	3.482	315	299	565	121	100	303	5.185
2.020	3.609	326	316	595	128	106	320	5.399
2.021	3.741	338	333	628	134	111	337	5.622
2.022	3.878	351	351	662	142	117	355	5.855
2.023	4.020	363	370	697	149	124	374	6.098
2.024	4.167	377	390	735	158	130	395	6.351
2.025	4.320	391	411	775	166	137	416	6.615
2.026	4.478	405	433	817	175	145	438	6.891
2.027	4.642	420	456	861	184	153	462	7.178
2.028	4.812	435	481	907	194	161	487	7.478
2.029	4.988	451	507	957	205	170	514	7.791
2.030	5.170	467	534	1.008	216	179	541	8.117
2.031	5.360	485	563	1.063	228	189	571	8.457
2.032	5.556	502	594	1.120	240	199	601	8.813
2.033	5.759	521	626	1.181	253	210	634	9.183
2.034	5.970	540	660	1.245	267	221	668	9.570
2.035	6.188	559	695	1.312	281	233	704	9.974
2.036	6.415	580	733	1.383	296	245	743	10.396
2.037	6.650	601	773	1.458	312	259	783	10.836
2.038	6.893	623	815	1.537	329	273	825	11.295
2.039	7.145	646	859	1.620	347	287	870	11.774
2.040	7.407	670	905	1.708	366	303	917	12.275
2.041	7.678	694	954	1.800	386	319	966	12.798
2.042	7.959	720	1.006	1.897	407	337	1.019	13.344
2.043	8.250	746	1.060	2.000	429	355	1.074	13.914

**Tabla 2.22.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos, Estación 3

**Fuente:** Propia

AÑO	TIPO DE VEHÍCULO							
	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TT
2.014	3.729	408	166	288	209	76	266	5.142
2.015	3.865	423	175	304	220	80	280	5.348
2.016	4.007	438	184	320	232	84	296	5.562
2.017	4.154	454	194	337	245	89	312	5.785

2.018	4.306	471	205	356	258	94	328	6.018
2.019	4.463	488	216	375	272	99	346	6.259
2.020	4.627	506	228	395	287	104	365	6.511
2.021	4.796	525	240	416	302	110	385	6.774
2.022	4.971	544	253	439	319	116	405	7.047
2.023	5.153	564	267	463	336	122	427	7.332
2.024	5.342	584	281	488	354	129	451	7.629
2.025	5.538	606	296	514	373	136	475	7.938
2.026	5.740	628	312	542	393	143	501	8.259
2.027	5.950	651	329	571	415	151	528	8.595
2.028	6.168	675	347	602	437	159	556	8.944
2.029	6.394	700	366	635	461	168	586	9.308
2.030	6.628	725	386	669	486	177	618	9.688
2.031	6.870	752	407	705	512	186	651	10.083
2.032	7.122	779	429	743	540	196	687	10.496
2.033	7.383	808	452	784	569	207	724	10.925
2.034	7.653	837	476	826	599	218	763	11.373
2.035	7.933	868	502	871	632	230	804	11.839
2.036	8.223	900	529	918	666	242	848	12.326
2.037	8.524	933	558	968	702	255	894	12.833
2.038	8.836	967	588	1.020	740	269	942	13.362
2.039	9.160	1.002	620	1.075	780	284	993	13.913
2.040	9.495	1.039	653	1.133	822	299	1.047	14.488
2.041	9.842	1.077	689	1.195	867	315	1.103	15.088
2.042	10.202	1.116	726	1.259	914	332	1.163	15.713
2.043	10.576	1.157	765	1.327	963	350	1.226	16.365

**Tabla 2.23.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos, Estación 4

**Fuente:** Estudios de Tráfico de la carretera Santo Domingo-Esmeraldas

## 2.2.6. Modelo Logístico

En la información presentada anteriormente se predice que una población crecerá exponencialmente con el tiempo, lo que no ocurre en la realidad. Si la especie considerada

dispone de todos los medios para vivir, como: espacio, aire, alimento, entonces su crecimiento será de tipo exponencial; pero si los recursos escasean, entonces habrá competencia para acceder a ellos (peleas, guerras a veces, supervivencia de los más fuertes...) y la razón de crecimiento no será la misma. Por esta razón al modelo anterior se lo conoce como crecimiento irrestricto, mientras que el modelo presentado a continuación se denomina modelo de crecimiento con restricciones y supone que la razón de crecimiento es proporcional conjuntamente tanto a la población misma como a la cantidad faltante para llegar a la máxima población sustentable.

A fin de contar con un escenario no tan optimista, se aplicó para las proyecciones de tráfico un modelo logístico, utilizando la tasa de crecimiento del parque automotor calculado en el numeral 2.2.1.2. de este capítulo.

Se asume un nivel de saturación de 0,40, mientras que los datos del TPDA actual han sido tomados de los conteos realizados en las 4 estaciones ya identificadas en el capítulo 1 de este proyecto.

Para aplicar este modelo se usa la siguiente fórmula:

$$C_t = \frac{S}{1 + \left[ \frac{S - C_0}{C_0} \right] \cdot e^{\frac{-g_0 S_t}{S - C_0}}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

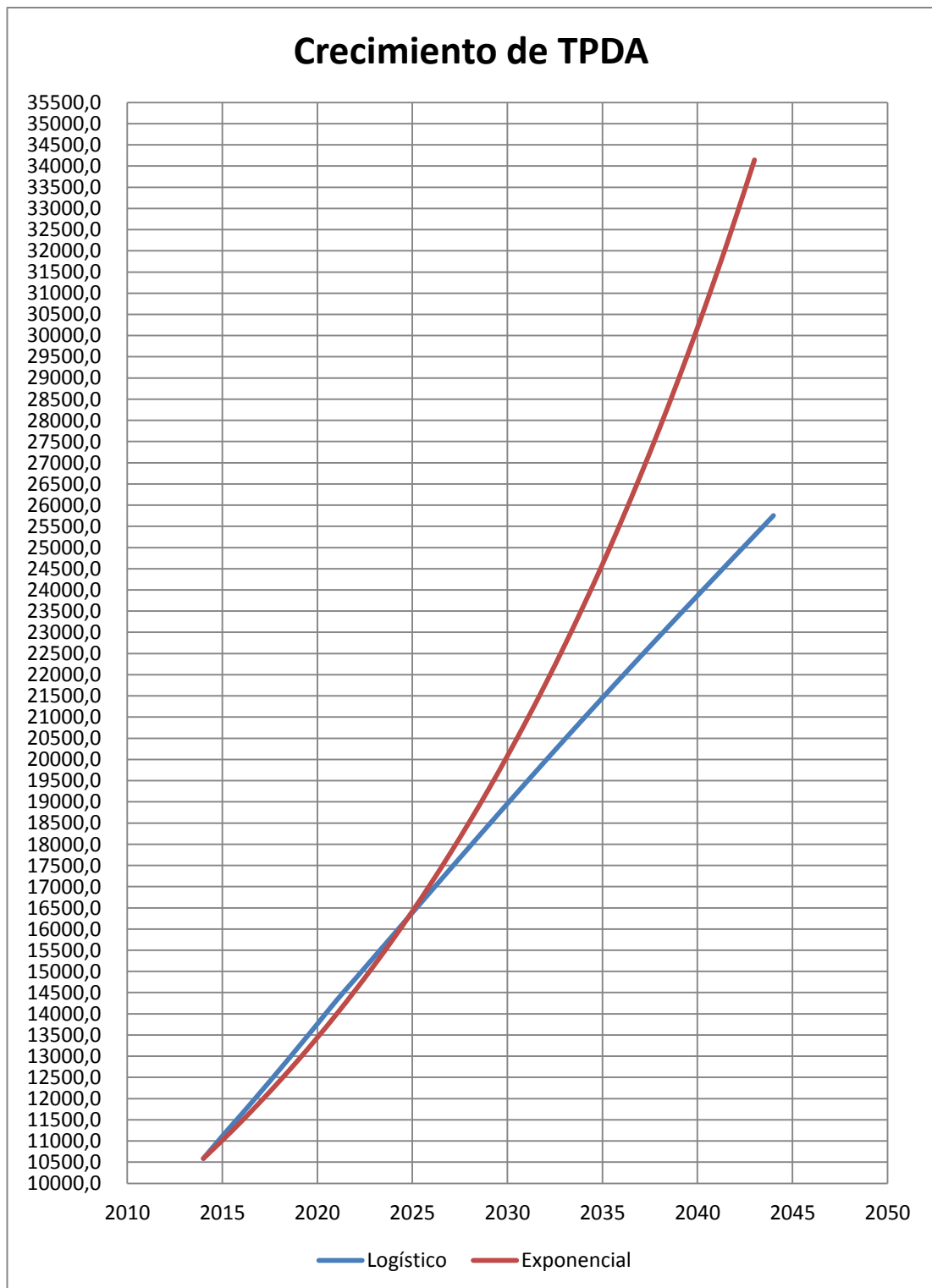
Donde:

$C_t$  = Tasa de motorización para año futuro  $t$   
 $S$  = Nivel de saturación de la tasa de motorización  
 $C_0$  = Tasa de motorización año cero  
 $g_0$  = Tasas de crecimiento de motorización  
 $t$  = Año predicción

Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Crecimiento	año	año	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TPDA
5.0%	-	2014	7.639	622	345	1.342	268	117	253	10.586
4.6%	1	2015	8.021	653	362	1.409	281	123	266	11.115
4.5%	2	2016	8.389	683	379	1.474	294	128	278	11.626
4.4%	3	2017	8.765	714	396	1.540	308	134	290	12.146
4.2%	4	2018	9.148	745	413	1.607	321	140	303	12.677
4.1%	5	2019	9.536	776	431	1.675	335	146	316	13.215
4.0%	6	2020	9.930	809	448	1.744	348	152	329	13.761
3.6%	7	2021	10.328	841	466	1.814	362	158	342	14.313
3.5%	8	2022	10.700	871	483	1.880	375	164	354	14.828
3.4%	9	2023	11.074	902	500	1.945	389	170	367	15.346
3.3%	10	2024	11.449	932	517	2.011	402	175	379	15.865
3.2%	11	2025	11.823	963	534	2.077	415	181	392	16.384
3.1%	12	2026	12.197	993	551	2.143	428	187	404	16.903
3.0%	13	2027	12.571	1.024	568	2.208	441	193	416	17.420
2.9%	14	2028	12.943	1.054	585	2.274	454	198	429	17.936
2.8%	15	2029	13.312	1.084	601	2.339	467	204	441	18.448
2.7%	16	2030	13.680	1.114	618	2.403	480	210	453	18.958
2.6%	17	2031	14.046	1.144	634	2.468	493	215	465	19.464
2.5%	18	2032	14.409	1.173	651	2.531	506	221	477	19.967
2.4%	19	2033	14.769	1.203	667	2.595	518	226	489	20.467
2.3%	20	2034	15.126	1.232	683	2.657	531	232	501	20.962
2.3%	21	2035	15.481	1.261	699	2.720	543	237	513	21.454
2.2%	22	2036	15.834	1.289	715	2.782	555	243	524	21.942
2.1%	23	2037	16.184	1.318	731	2.843	568	248	536	22.427
2.1%	24	2038	16.531	1.346	747	2.904	580	253	548	22.909
2.0%	25	2039	16.877	1.374	762	2.965	592	258	559	23.388
2.0%	26	2040	17.221	1.402	778	3.025	604	264	570	23.865
1.9%	27	2041	17.563	1.430	793	3.085	616	269	582	24.339
1.9%	28	2042	17.905	1.458	809	3.145	628	274	593	24.812
1.9%	29	2043	18.245	1.486	824	3.205	640	279	604	25.283
1.8%	30	2044	18.584	1.513	839	3.265	652	285	615	25.754

**Tabla 2.24.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos Modelo Logístico, Estación 1, **Fuente:** Propia

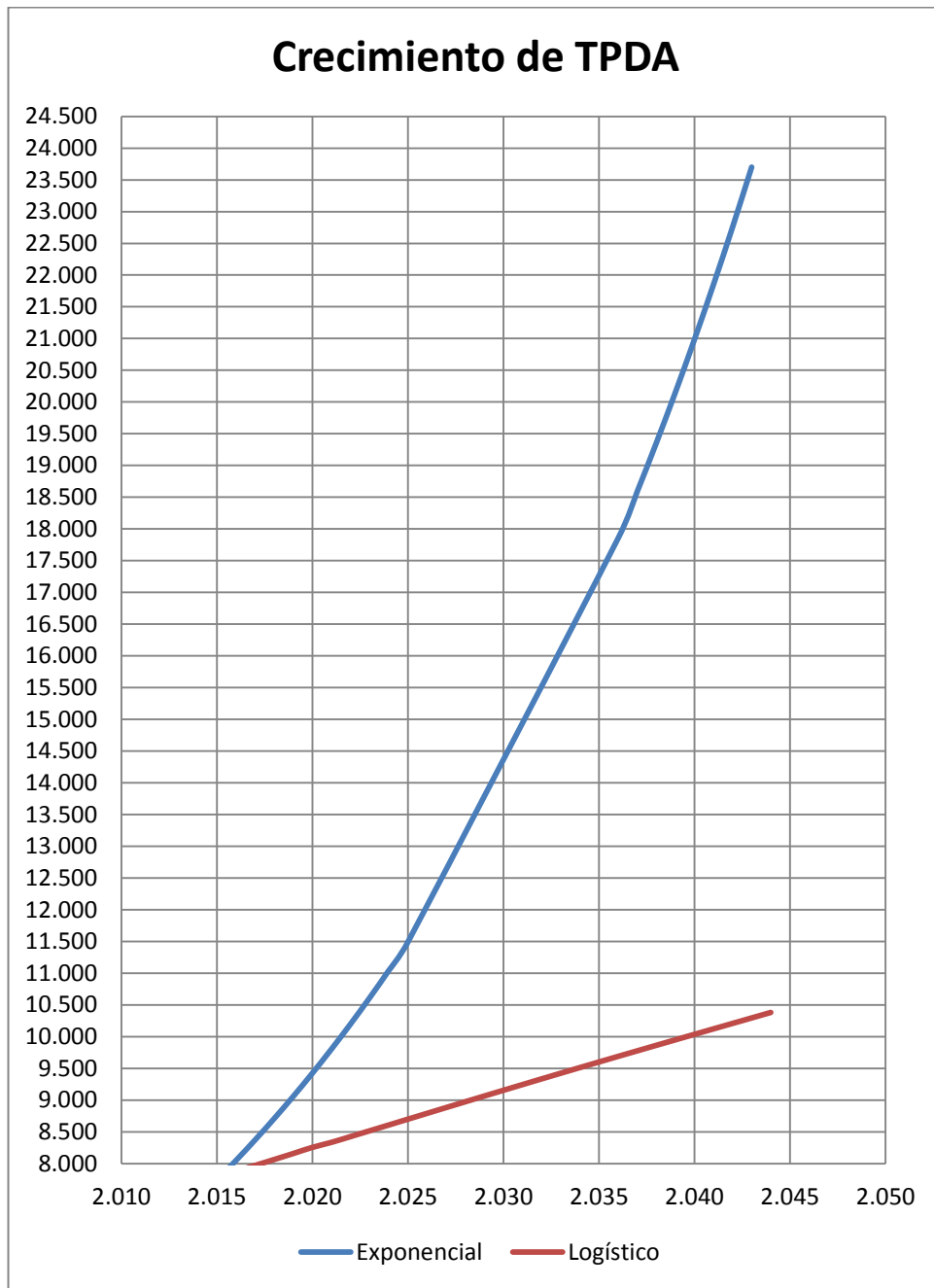


**Fig 2.3.** Crecimiento TPDA Estación 1 (Comparativo)

ct	año	año	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TPDA
5.0%	-	2014	5.429	544	297	774	38	93	265	7440
4.6%	1	2015	5.678	569	312	813	40	98	278	7788
4.5%	2	2016	5.672	594	326	850	42	102	291	7878
4.4%	3	2017	5.666	620	341	888	44	107	304	7970
4.2%	4	2018	5.660	647	356	927	46	111	317	8063
4.1%	5	2019	5.653	673	371	966	47	116	331	8158
4.0%	6	2020	5.647	700	386	1.006	49	121	344	8254
3.6%	7	2021	5.625	726	402	1.046	51	126	358	8334
3.5%	8	2022	5.619	751	416	1.084	53	130	371	8425
3.4%	9	2023	5.613	776	431	1.122	55	135	384	8516
3.3%	10	2024	5.607	802	445	1.160	57	139	397	8607
3.2%	11	2025	5.601	827	460	1.198	59	144	410	8699
3.1%	12	2026	5.595	853	474	1.236	61	148	423	8790
3.0%	13	2027	5.590	878	489	1.274	63	153	436	8881
2.9%	14	2028	5.584	903	503	1.311	64	158	449	8973
2.8%	15	2029	5.579	928	518	1.349	66	162	462	9063
2.7%	16	2030	5.574	953	532	1.386	68	167	475	9154
2.6%	17	2031	5.569	977	546	1.423	70	171	487	9244
2.5%	18	2032	5.565	1.002	560	1.460	72	175	500	9333
2.4%	19	2033	5.560	1.026	574	1.496	73	180	512	9423
2.3%	20	2034	5.556	1.050	588	1.533	75	184	525	9511
2.3%	21	2035	5.553	1.074	602	1.569	77	188	537	9600
2.2%	22	2036	5.549	1.098	616	1.604	79	193	549	9687
2.1%	23	2037	5.546	1.121	629	1.640	81	197	561	9775
2.1%	24	2038	5.543	1.145	643	1.675	82	201	573	9862
2.0%	25	2039	5.540	1.168	656	1.710	84	205	585	9949
2.0%	26	2040	5.537	1.191	670	1.745	86	210	597	10035
1.9%	27	2041	5.534	1.214	683	1.780	87	214	609	10122
1.9%	28	2042	5.532	1.237	696	1.814	89	218	621	10208
1.9%	29	2043	5.530	1.260	709	1.849	91	222	633	10294
1.8%	30	2044	5.528	1.283	723	1.883	92	226	645	10380

**Tabla 2.25.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos Modelo Logístico, Estación 2

**Fuente:** Propia



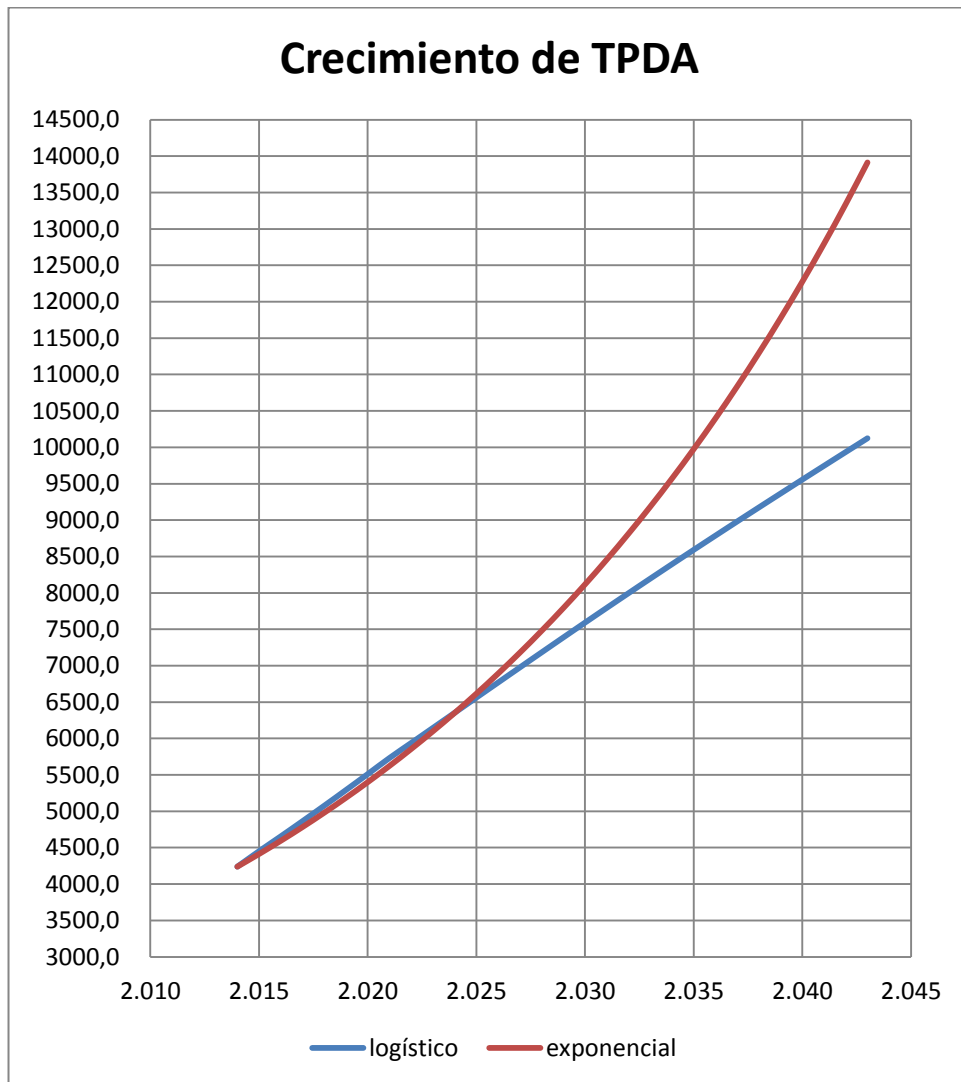
**Fig 2.4.** Crecimiento TPDA Estación 2

ct	año	año	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TPDA
5.0%	-	2014	2.909	263	230	434	93	77	233	4.239
4.6%	1	2015	3.054	276	242	456	98	81	245	4.451
4.5%	2	2016	3.195	289	253	477	102	85	256	4.655
4.4%	3	2017	3.338	302	264	498	107	88	267	4.864
4.2%	4	2018	3.483	315	275	520	111	92	279	5.076
4.1%	5	2019	3.631	328	287	542	116	96	291	5.292
4.0%	6	2020	3.781	342	299	564	121	100	303	5.510
3.6%	7	2021	3.933	356	311	587	126	104	315	5.731
3.5%	8	2022	4.075	368	322	608	130	108	326	5.938
3.4%	9	2023	4.217	381	333	629	135	112	338	6.145
3.3%	10	2024	4.360	394	345	650	139	115	349	6.353
3.2%	11	2025	4.502	407	356	672	144	119	361	6.561
3.1%	12	2026	4.645	420	367	693	148	123	372	6.769
3.0%	13	2027	4.787	433	378	714	153	127	383	6.976
2.9%	14	2028	4.929	446	390	735	158	130	395	7.182
2.8%	15	2029	5.070	458	401	756	162	134	406	7.387
2.7%	16	2030	5.210	471	412	777	167	138	417	7.591
2.6%	17	2031	5.349	484	423	798	171	142	428	7.794
2.5%	18	2032	5.487	496	434	819	175	145	439	7.996
2.4%	19	2033	5.624	508	445	839	180	149	450	8.195
2.3%	20	2034	5.760	521	455	859	184	152	461	8.394
2.3%	21	2035	5.895	533	466	880	188	156	472	8.591
2.2%	22	2036	6.030	545	477	900	193	160	483	8.786
2.1%	23	2037	6.163	557	487	919	197	163	494	8.981
2.1%	24	2038	6.295	569	498	939	201	167	504	9.174
2.0%	25	2039	6.427	581	508	959	205	170	515	9.365
2.0%	26	2040	6.558	593	519	978	210	174	525	9.556
1.9%	27	2041	6.688	605	529	998	214	177	536	9.746
1.9%	28	2042	6.818	616	539	1.017	218	180	546	9.935
1.9%	29	2043	6.948	628	549	1.037	222	184	556	10.124
1.8%	30	2044	7.077	640	560	1.056	226	187	567	10.313

**Tabla 2.26.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos Modelo Logístico, Estación 3

**Fuente:** Propia



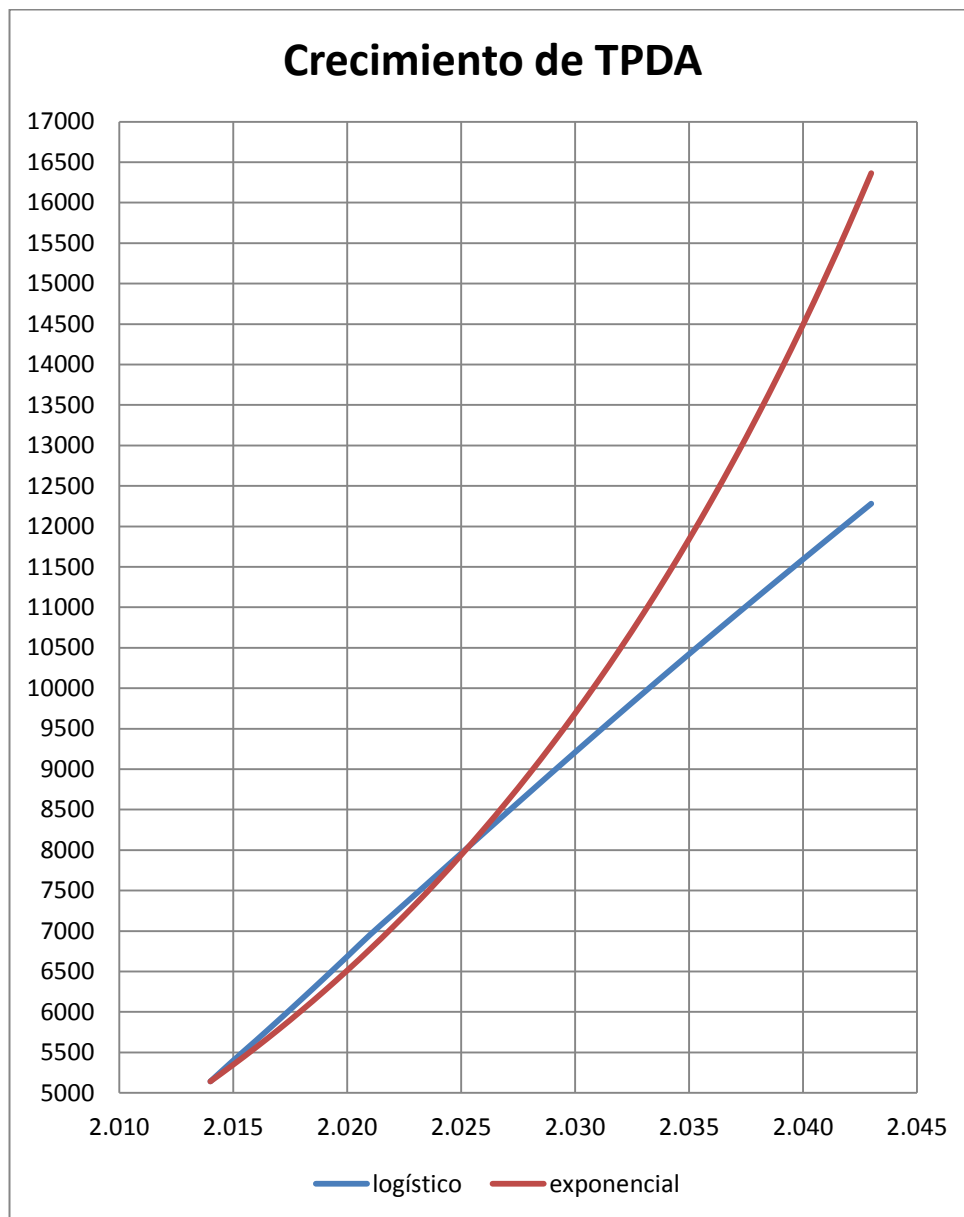


**Fig 2.5.** Crecimiento TPDA Estación 3

ct	año	año	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TPDA
5.0%	0.00	2014.00	3.729	408	166	288	209	76	266	5142
4.6%	1.00	2015.00	3.915	428	174	302	219	80	279	5399
4.5%	2.00	2016.00	4.095	448	182	316	230	83	292	5647
4.4%	3.00	2017.00	4.279	468	190	330	240	87	305	5900
4.2%	4.00	2018.00	4.465	489	199	345	250	91	319	6157
4.1%	5.00	2019.00	4.655	509	207	360	261	95	332	6419
4.0%	6.00	2020.00	4.847	530	216	374	272	99	346	6684
3.6%	7.00	2021.00	5.042	552	224	389	283	103	360	6952
3.5%	8.00	2022.00	5.223	572	233	403	293	106	373	7203
3.4%	9.00	2023.00	5.406	591	241	418	303	110	386	7454
3.3%	10.00	2024.00	5.589	611	249	432	313	114	399	7706
3.2%	11.00	2025.00	5.772	631	257	446	323	118	412	7959
3.1%	12.00	2026.00	5.954	651	265	460	334	121	425	8210
3.0%	13.00	2027.00	6.136	671	273	474	344	125	438	8462
2.9%	14.00	2028.00	6.318	691	281	488	354	129	451	8712
2.8%	15.00	2029.00	6.499	711	289	502	364	132	464	8961
2.7%	16.00	2030.00	6.678	731	297	516	374	136	476	9209
2.6%	17.00	2031.00	6.856	750	305	530	384	140	489	9455
2.5%	18.00	2032.00	7.034	770	313	543	394	143	502	9699
2.4%	19.00	2033.00	7.209	789	321	557	404	147	514	9941
2.3%	20.00	2034.00	7.384	808	329	570	414	150	527	10182
2.3%	21.00	2035.00	7.557	827	336	584	424	154	539	10421
2.2%	22.00	2036.00	7.729	846	344	597	433	158	551	10658
2.1%	23.00	2037.00	7.900	864	352	610	443	161	564	10894
2.1%	24.00	2038.00	8.070	883	359	623	452	164	576	11128
2.0%	25.00	2039.00	8.239	901	367	636	462	168	588	11360
2.0%	26.00	2040.00	8.406	920	374	649	471	171	600	11592
1.9%	27.00	2041.00	8.574	938	382	662	481	175	612	11822
1.9%	28.00	2042.00	8.740	956	389	675	490	178	623	12052
1.9%	29.00	2043.00	8.906	974	396	688	499	182	635	12281
1.8%	30.00	2044.00	9.072	993	404	701	508	185	647	12509

**Tabla 2.27.-** Estimaciones de TPDA en ambos sentidos Modelo Logístico, Estación 4

**Fuente:** Propia



**Fig 2.6.** Crecimiento TPDA Estación 4

### **2.3. Ubicación de Peajes:**

Se recomienda que los lugares en los que se ubicaron las estaciones de conteo sean los mismos en los que se ubiquen los peajes, es decir:

- Estación 1: Abscisa 10+250 (en las afueras de Santo Domingo)
- Estación 2: Abscisa 50+500 (entre La Independencia y La Unión)
- Estación 3: Abscisa 12+200 (desde Quinindé)
- Estación 4: Abscisa 74+450 (desde Quinindé)

De manera que por aproximadamente 50 Km. de recorrido se pague un peaje. Para estimar los valores que se recaudarán por el cobro del peaje y realizar los análisis económicos y financieros se utilizan las proyecciones de tráfico en los 30 años que durará la concesión, en sus dos escenarios.

## CAPÍTULO III:

- 3.1. Propuesta de un esquema óptimo para la concesión del corredor multicarril Santo Domingo-Esmeraldas
  - 3.1.1. Análisis de la factibilidad privada comercial de la concesión
    - 3.1.1.1. Determinación de costos básicos
    - 3.1.1.2. Determinación de Costos totales
    - 3.1.1.3. Estudio de ingresos de la concesión
    - 3.1.1.4. Análisis de inversiones
    - 3.1.1.5. Evaluación de alternativas y escenarios
    - 3.1.1.6. Análisis de aportes del Estado
- 3.2. Modelo de Equilibrio Económico-Financiero de factibilidad comercial de la concesión.
- 3.3. Aplicación del Modelo de Concesión propuesto al caso de estudio: concesión del corredor multicarril Santo Domingo-Esmeraldas.

### 3.1. PROPUESTA DE UN ESQUEMA ÓPTIMO PARA LA CONCESIÓN DEL CORREDOR MULTICARRIL SANTO DOMINGO-ESMERALDAS

#### 3.1.1. ANÁLISIS DE LA FACTIBILIDAD PRIVADA COMERCIAL DE LA CONCESIÓN

##### 3.1.1.1. *Determinación de costos básicos*

Se ha considerado el Presupuesto de conservación y explotación para la concesión que corresponde tanto al rutinario como a las intervenciones que sean necesarias por los deterioros de la infraestructura.

Para ello se han fijado precios para cada uno de los componentes que se utilizarán y que fueron previstos en el anteproyecto realizado por INECO, 2012. Se presenta además un presupuesto detallado por componentes para la fase de conservación y explotación de la vía:

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO, que comprende:

- Personal.
- Maquinaria y medios auxiliares.
- Auscultaciones.
- Materiales.
- Seguros y gastos generales, consumos e instalaciones.

- SERVICIOS DE EXPLOTACIÓN, que comprende:

- Estaciones de peaje.
- Estaciones de pesaje.
- Servicios: grúa, seguridad en la carretera, ambulancias, servicios sanitarios en estaciones de peaje.

- CONSERVACIÓN EXTRAORDINARIA: que comprende:

- Pavimentos.
- Señalización, balizamiento y defensas.
- Taludes, obras de tierra y gestión ambiental.
- Estructuras y obras de fábrica.
- Cerramientos.
- Drenaje.
- Instalaciones y sistemas.

En las siguientes tablas se presentan además los costos desglosados año a año del periodo a concesionar, para las actividades de conservación extraordinaria de acuerdo a la frecuencia prevista para cada una de ellas:

Inversión total de conservación y explotación de la carretera asciende a la cantidad de **U.S. \$ 343.668.049,00** (año 2013). Que supone un costo por Km. de U.S. \$ 67.148,90 al año y se desglosa en tres grandes capítulos:

- **Inversión en conservación y mantenimiento de la vialidad.** Asciende a la cantidad de **U.S. \$ 61.803.972,00** (valorados de forma constante año 2013). Dicha inversión supone la cantidad de U.S. \$ 12.075,81/Km. año.
- **Inversión en explotación de la carretera.** Asciende a la cantidad de **U.S. \$ 91.672.989,49** (valorados de forma constante año 2013). Supone la cantidad de U.S. \$ 17.911,88/Km año.

- **Inversión en conservación extraordinaria de la carretera.** Asciende a la cantidad de **U.S. \$ 190.191.087.25** (valorados de forma constante año 2012). Dicha inversión supone la cantidad de U.S. \$ 37.161,21/Km año.

A continuación se muestran los cronogramas de la inversión de cada capítulo, para el período a concesionar:

Firme de mezcla bituminosa	20 años
Firme de hormigón	30 años
Explanadas, taludes y Obras de tierra	75 años
Estructuras y Obras de fábrica	75 años
Marcas viales	4 años
Señalización vertical, balizamiento y defensas	12 años
Equipamiento e instalaciones	13 años

**Tabla No. 3.1.- Ciclos de Vida de los Activos de una Carretera**

### **3.1.1.2. Determinación de Costos totales**

#### **3.1.1.2.1. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO ORDINARIO**

<b>PARTIDA</b>	<b>MONTO</b>
PERSONAL	\$ 33.017.295,36
Centro COEX	\$ 12.206.092,80
Tramo 1	\$ 8.728.094,72



Tramo 2	\$ 12.083.107,84
MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	\$ 13.525.045,74
<b>Centro COEX</b>	\$ 991.615,45
Tramo 1	\$ 6.463.296,07
Tramo 2	\$ 6.070.134,21
<b>AUSCULTACIONES</b>	\$ 4.269.420,00
<b>MATERIALES</b>	\$ 6.295.874,88
<b>SEGUROS Y GASTOS GENERALES, CONSUMOS E INSTALACIONES</b>	\$ 4.696.336,02
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 61.803.972,00</b>

**Tabla 3.2.** Presupuesto Referencial de Conservación y Mantenimiento Ordinario (30 años)

**Fuente:** Anteproyecto de Construcción de la Concesión Vial entre Santo Domingo y Esmeraldas, INECO 2013

### 3.1.1.2.2. CONSERVACIÓN EXTRAORDINARIA

#### TRAMO 1:

RUBRO	UNIDAD	COSTO	FRECUENCIA	COSTO TOTAL
<b>PAVIMENTOS</b>				
<i>PAVIMENTO DE HORMIGÓN</i>				
Rayado de pavimento de hormi- gón	Km carretera	10.300,00	Año 27	\$ 587.100,00
Extendido hormigón asfáltico diferentes espesores	Km carretera	175.100,00	Año 27	\$ 9.980.700,00
Riegos de adherencia	Km carretera	2.420,50	Año 27	\$ 137.968,50
<i>PAVIMENTO FLEXIBLE</i>				

Fresado capa rodadura incluye transporte	Km carretera	1.374,00	Año 11 y 27	\$ 63.204,00
Demolición pavimento incluye transporte planta reciclado	Km carretera	41.757,65	Año 19	\$ 960.426,00
Extendido hormigón asfáltico diferentes espesores	Km carretera	145.361,23	Año 11, 19 y 27	\$ 17.058.003,90
Riegos de adherencia	Km carretera	2.690,75	Año 11, 19 y 27	\$ 248.356,23
<b>SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA</b>				
Repintado de marcas viales	Km carretera	3.000,00	Cada año la mitad de la longitud	\$ 3.406.950,00
Sustitución de señales verticales y cartelería	Km carretera	3.000,00	10-12 años	\$ 479.400,00
Sustitución de balizamiento	Km carretera	1.500,00	10-12 años	\$ 239.700,00
Sustitución de barrera de seguridad metálica	ml real puesta	58,00	9 años	\$ 6.525.000,00
Sustitución de barrera de seguridad hormigón	ml real puesta	101,00	Después vida útil MB	\$ 1.156.450,00
<b>TALUDES, OBRAS DE TIERRA Y GESTIÓN AMBIENTAL</b>				
Auditoría ambiental según legislación (incluida medición)	Informe y medición / año	19.435,27	Después del primer año y después cada 2 años	\$ 544.187,47
Auscultación rellenos	U. informe	1.918,00	Durante los 5 primeros años	\$ 12.085,23
<b>ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA</b>				
Impermeabilización de tableros	m² real	18,00	15-17 años	\$ 95.598,00
Reposición de juntas de dilatación	m real	300,00	5-7 años	\$ 325.440,00
Reposición de barandillas y pretilas	m real	40,00	12-15 años	\$ 44.640,00

Repintado de barandillas y otros elementos metálicos	m real	18,00	2 años	\$ 130.572,00
Reposición de aparatos de apoyo	U	1.400,00	21 años	\$ 179.200,00
Tratamientos de limpieza y protección paramentos de hormigón (incluye pintura anticarbonatación)	m² real	33,51	5-7 años	\$ 889.858,05
<b>CERRAMIENTO</b>				
Reposición valla de cerramiento	ml real puesta	14,00	10 años	\$ 4.519.144,00
<b>DRENAJE</b>				
Reposición de tubos dren	PA	5% construido	8 años	\$ 2.040.772,50
reposición o modificaciones de drenaje	PA	5% construido	8 años	\$ 704.557,50
<b>INSTALACIONES Y SISTEMAS</b>				
Reposición instalación de alumbrado	U	292.680,00 672.000,00 117.000,00	5 años luminarias 10 años báculos 15 años cable	\$ 2.924.400,00
Reposición sistemas de control de tráfico	Ver composición	946.520,17	10 años	\$ 1.893.040,34
Renovación de equipos informáticos, software, radioteléfonos y GPS vehículos	PA	250.000,00	7 años	\$ 1.000.000,00
Renovación mobiliario Centro COEX	PA	850.000,00	10 años	\$ 60.000,00
Ampliación y reposición estaciones de peaje	U	25.000,00	10 años	\$ 2.550.000,00

Reposición estaciones de pesaje	U	200.000,00	10 años	\$ 1.200.000,00
<b>TOTAL TRAMO 1:</b>				<b>\$ 59.956.753,71</b>

**Tabla 3.3.** Presupuesto Referencial de Mantenimiento Extraordinario Tramo 1 (30 años)

**Fuente:** Anteproyecto de Construcción de la Concesión Viaria entre Santo Domingo y Esmeraldas, INECO 2013

**TRAMO 2:**

RUBRO	UNIDAD	COSTO	FRECUENCIA	COSTO TOTAL
<b>PAVIMENTOS</b>				
<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				
Fresado capa rodadura+ Transporte a botadero	Km carretera	5.520,00	Año 11 y 27	\$ 253.920,00
Demolición pavimento + Transporte a planta reciclado	Km carretera	167.760,00	Año 19	\$ 3.858.480,00
Extendido hormigón asfáltico diferentes espesores	Km carretera	583.984,00	Año 11, 19 y 27	\$ 68.529.972,00
Riegos de adherencia	Km carretera	10.810,00	Año 11, 19 y 27	\$ 997.763,00
<b>SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA</b>				
Repintado de marcas viales	Km carretera	3.000,00	Cada año la mitad de la longitud	\$ 3.588.000,00
Sustitución de señales verticales y cartelería	Km carretera	3.000,00	10-12 años	\$ 344.700,00
Sustitución de balizamiento	Km carretera	1.500,00	10-12 años	\$ 172.350,00
Sustitución de barrera de seguridad metálica	ml real puesta	58,00	9 años	\$ 24.534.000,00
Sustitución de barrera de seguridad hormigón	ml real puesta	101,00	20-25 años	\$ 4.646.000,00
<b>TALUDES, OBRAS DE TIERRA Y GESTIÓN AMBIENTAL</b>				
Hidrosiembra en taludes	m² real hidro-siembra	158.790,00	5% anual los dos primeros años	\$ 317.580,00
Reposición de arbustos	U arbusto	17.622,00	5% anual los	\$ 35.244,00

			dos primeros años	
Auditoría ambiental según legislación (incluida medición)	Informe y medición / año	19.435,27	Después del primer año y después cada 2 años	\$ 272.093,73
Auscultación rellenos	U informe	1.918,00	Durante los 5 primeros años	\$ 68.482,95
Reposición de escolleras	PA	5% escollera puesta	10 años	\$ 367.179,20
<b>ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA</b>				
Impermeabilización de tableros	m² real	18,00	15-17 años	\$ 301.170,60
Reposición de juntas de dilatación	m real	300,00	5-7 años	\$ 586.320,00
Reposición de barandillas y pretilas	m real	40,00	12-15 años	\$ 44.640,00
Repintado de barandillas y otros elementos metálicos	m real	18,00	2 años	\$ 306.540,00
Reposición de aparatos de apoyo	U	1.400,00	21 años	\$ 313.600,00
Tratamientos de limpieza y protección paramentos de hormigón (incluye pintura anticarbonatación)	m² real	33,51	5-7 años	\$ 1.913.538,29
<b>CERRAMIENTO</b>				
Reposición valla de cerramiento	ml real puesta	14,00	10 años	\$ 5.203.520,00
<b>DRENAJE</b>				
Reposición de tubos dren	PA	5% construido	8 años	\$ 3.172.500,00
reposición o modificaciones de	PA	5% construido	8 años	\$ 1.953.258,75

drenaje				
<b>INSTALACIONES Y SISTEMAS</b>				
Reposición instalación de alumbrado	U	292.680,00 672.000,00 117.000,00	5 años luminarias 10 años báculos 15 años cable	\$ 180.200,00
Reposición sistemas de control de tráfico	Ver composición	1.006.640,51	10 años	\$ 2.013.281,02
Renovación de equipos informáticos, software, radioteléfonos y GPS vehículos	PA	250.000,00	7 años	\$ 500.000,00
Renovación mobiliario Centro COEX	PA	850.000,00	10 años	\$ 10.000,00
Ampliación y reposición estaciones de peaje	U	25.000,00	10 años	\$ 2.550.000,00
Reposición estaciones de pesaje	U	200.000,00	10 años	\$1.200.000,00
<b>TOTAL TRAMO 2:</b>				<b>\$ 130.234.333,54</b>

**Tabla 3.4.-** Presupuesto Referencial de Mantenimiento Extraordinario Tramo 2 (30 años)

**Fuente:** Anteproyecto de Construcción de la Concesión Viaria entre Santo Domingo y Esmeraldas, INECO 2013

<b>TRAMO</b>	<b>MONTO</b>
Tramo 1	\$ 59.956.753,71
Tramo 2	\$ 130.234.333,54
<b>TOTAL:</b>	<b>\$ 190.191.087.25</b>

**Tabla 3.5.** Resumen Presupuesto Referencial de Mantenimiento Extraordinario

**Fuente:** Anteproyecto de Construcción de la Concesión Viaria entre Santo Domingo y Esmeraldas, INECO 2013

### **3.1.1.3. Estudio de ingresos de la concesión**

En función de los vehículos que circulen por la carretera, que deberán pagar un peaje de acuerdo a unas tarifas fijadas, se establecerán los ingresos que el Concesionario percibirá.

Para definir los ingresos por pago de peaje se tomarán como base los datos obtenidos en los Estudios de Tráfico de la carretera Santo Domingo-Esmeraldas, con el fin de conocer las estimaciones de la demanda vehicular de tráfico.

En el capítulo 1 se calculó el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en cuatro abscisas que corresponderían con la ubicación de las cuatro estaciones de peaje que se instalarán para esta concesión, que son:

- Estación 1: Abscisa 10+250 (en las afueras de Santo Domingo)
- Estación 2: Abscisa 50+500 (entre La Independencia y La Unión)
- Estación 3: Abscisa 12+200 (desde Quinindé)
- Estación 4: Abscisa 74+450 (desde Quinindé)

En el capítulo 2 se recoge la prognosis de TPDA para cada una de las estaciones hasta el año 2042. La estructuración económica financiera de la concesión de esta vía se ha planteado para 3 escenarios temporales (20, 25 y 30 años). Por este motivo, se ha continuado la prognosis de tráfico (mediante ajustes por mínimos cuadrados) y aplicando un modelo logístico hasta el año 2044 para que comprenda todos los horizontes temporales.



Los tráficos diarios obtenidos son los siguientes:

POR ESTACIONES	A	B	C1	C2	C3	C4	C5	TPDA
ESTACIÓN 1	7.639	622	345	1.342	268	117	253	10.586
ESTACIÓN 2	5.429	544	297	774	38	93	265	7.440
ESTACIÓN 3	2.909	263	230	434	93	77	233	4.239
ESTACIÓN 4	3.729	408	166	288	209	76	266	5.142
<b>TOTAL</b>	<b>19.706</b>	<b>1.837</b>	<b>1.038</b>	<b>2.838</b>	<b>608</b>	<b>363</b>	<b>1.017</b>	<b>27.407</b>

**Tabla 3.6.** TPDA en las cuatro estaciones por categoría de vehículo

**Fuente:** MTOP 2014

Es importante considerar que el Ministerio de Transporte y Obras Públicas ha aprobado un Acuerdo Ministerial referente al “Reglamento para la instrumentación y aplicación de la Tarifa especial de usuario frecuente”. Por medio de este reglamento se regulan los derechos y las obligaciones de los denominados Usuarios Frecuentes Locales y Usuarios Frecuentes Comerciales.

Los usuarios locales en función de que su lugar de residencia esté en el área de influencia directa del peaje (hasta un radio de 500 m a la redonda), o los Comerciales que ejerzan actividades económicas por cuya razón deba atravesar frecuentemente y reiteradamente una o varias estaciones de peaje, se verán afectados por una Tarifa Especial que será equivalente al 50% del valor correspondiente a la categoría vehicular (a excepción del transporte pesado para el cual no aplica esta nueva tarifa).

### Escenarios según variación de tráfico

DESCRIPCIÓN	Escenario Conservador	Escenario Optimista
Liviano	0,60	0,60
Bus	0,75	0,75
Camión 2 Ejes LIVIANO	2,89	1,87
Camión 2 Ejes PESADO	2,89	1,87
Camión 3 Ejes	3,61	2,34
Camión 5 Ejes	4,51	2,92
Camión 6 Ejes	5,63	3,66
<b>Total</b>	<b>20,87</b>	<b>14,01</b>

Tabla 3.6. TPDA Tarifas de peaje por categoría de vehículo

Fuente: Propia

En la mayoría de las vías de peaje del país se utiliza un peaje social de alrededor de \$ 1,0 para vehículos livianos y en distancias aproximadas de 50 Km.

El modelo económico financiero de este proyecto ha determinado las tarifas en los dos escenarios propuestos llegando a cubrir las expectativas del concesionario en cuanto al rendimiento esperado, en una combinación óptima de precios.

Con las pronosis de tráfico detalladas con anterioridad y las tarifas aplicadas, caracterizados ambos por tipo de vehículo, el modelo económico calcula las cantidades que el concesionario percibirá como ingresos.

#### 3.1.1.4. *Análisis de inversiones*

Como se detalla en el punto 3.1.1.1. se deberá invertir en el mantenimiento ordinario, extraordinario y en la explotación.

En cuanto a los **Costos de Operación y Mantenimiento** se han dividido en costos de conservación ordinarios y costos de conservación extraordinaria.

Los costos de conservación ordinarios por año serán los mismos y no dependerán del periodo de explotación, sin embargo los costes de conservación extraordinaria considerados serán diferentes en función de los diferentes periodos de concesión.

Además, se ha incluido la prestación de una serie de **Servicios** que tendrán que correr por cuenta del concesionario como estaciones de peaje, estaciones de pesaje, servicio de grúa, servicio de seguridad de la carretera, servicio de ambulancia y servicios sanitarios en estaciones de peaje.

#### **3.1.1.5. Evaluación de alternativas y escenarios**

**Alternativa de gestión A:** Contrato de Concesión con transferencia del riesgo de demanda al concesionario y sin aportaciones públicas:

Esta alternativa es la más común en la autopistas de peajes internacionales y se producen en aquellas en las que el tráfico que va a circular por la autopista es tal que el concesionario es capaz de ingresar el dinero suficiente como para pagar la inversión inicial (pago de crédito tipo “Project finance” a lo largo de la vida de la concesión), las reinversiones necesarias en obras durante la explotación y los costes de operación, conservación y mantenimiento de la vía. Además, los ingresos obtenidos posibilitan al concesionario privado obtener una rentabilidad adecuada a la inversión inicial en fondos propios que ha de realizar.

En algún proyecto vial es posible que los ingresos del concesionario sean tan elevados que permita que los recursos se repartan entre el concesionario y el concedente.

La ley ecuatoriana posibilita que los contratos de concesión regulen la distribución de los ingresos procedentes de los excedentes de tráfico promedio que superen a lo previsto. El 30% se debe destinar al propio corredor, mientras que el 70% restante formará parte de un fondo de contingencia.

Primero se analizará una alternativa sin ningún tipo de ayuda pública u otra medida para el cálculo del punto de equilibrio, para alcanzar la rentabilidad necesaria para que se incorpore la iniciativa privada en la construcción, el mantenimiento y gestión de la vía. En este caso de la vía entre Santo Domingo y Esmeraldas, los ingresos seguramente no serán suficientes y se requerirá calcular un multiplicador teórico de las tarifas de peaje a aplicar para que esta alternativa sea viable, o la introducción de un pago para compensar al concesionario.

**Alternativa de gestión B:** Contrato de concesión con transferencia del riesgo de demanda al concesionario y con aporte del Estado para el pago de la obra de construcción (total o en un cierto porcentaje).

Esta alternativa se utiliza cuando los ingresos obtenidos por el concesionario son suficientes para pagar los gastos ordinarios de explotación, conservación y mantenimiento de la vía y las reinversiones a realizar durante la vida del contrato, pero no son suficientes para pagar la obra de construcción inicial (o un porcentaje del total de la obra).

En estos casos, el valor de las obras que no es capaz de afrontar el concesionario, debe ser aportado por la Administración concedente, ya sea a través de planillas de obra, o pagos mediante Bonos del Estado (con vencimiento entre 3 y 8 años).

**Alternativa de gestión C:** Contrato de concesión con transferencia del riesgo de demanda al concesionario y con aportaciones públicas para el pago diferido por la explotación de la vía (explotación, conservación y mantenimiento de la vía)

Esta alternativa puede ser utilizada en cualquiera de los casos de gestión anteriores (Alternativa A y B), y consistirá en pagos mensuales (dinero líquido y no mediante Bonos del Estado) que el concedente realizará al concesionario desde el momento en el que se inicie la explotación de la vía y se llevará a cabo durante toda la vida de la concesión.

**3.1.1.6. Análisis de aportes del Estado**

El Estado podría aportar con los denominados Pagos Por Disponibilidad (PPD), que son variables en función del cumplimiento de los niveles de servicio por parte del Concesionario. En caso de incumplimiento de los indicadores establecidos para esta concesión existirá una penalización y la resta porcentual de estos valores del pago del PPD mensual al Concesionario.

Por otro lado, el mecanismo de pago de un porcentaje de la obra y otro pago por disponibilidad reduce el riesgo para el Concesionario acuda así como la percepción de riesgo de las Entidades Financieras, permitiendo la viabilidad del proyecto.

La reducción de riesgo de ingresos de la sociedad concesionaria haría reducir los costos de los recursos de financiamiento, ya sea capital o deuda. Sin embargo el MTOP debería asignar una partida presupuestaria para este proyecto durante la duración del mismo.

### **3.2. MODELO DE EQUILIBRIO ECONÓMICO-FINANCIERO DE FACTIBILIDAD COMERCIAL DE LA CONCESIÓN.**

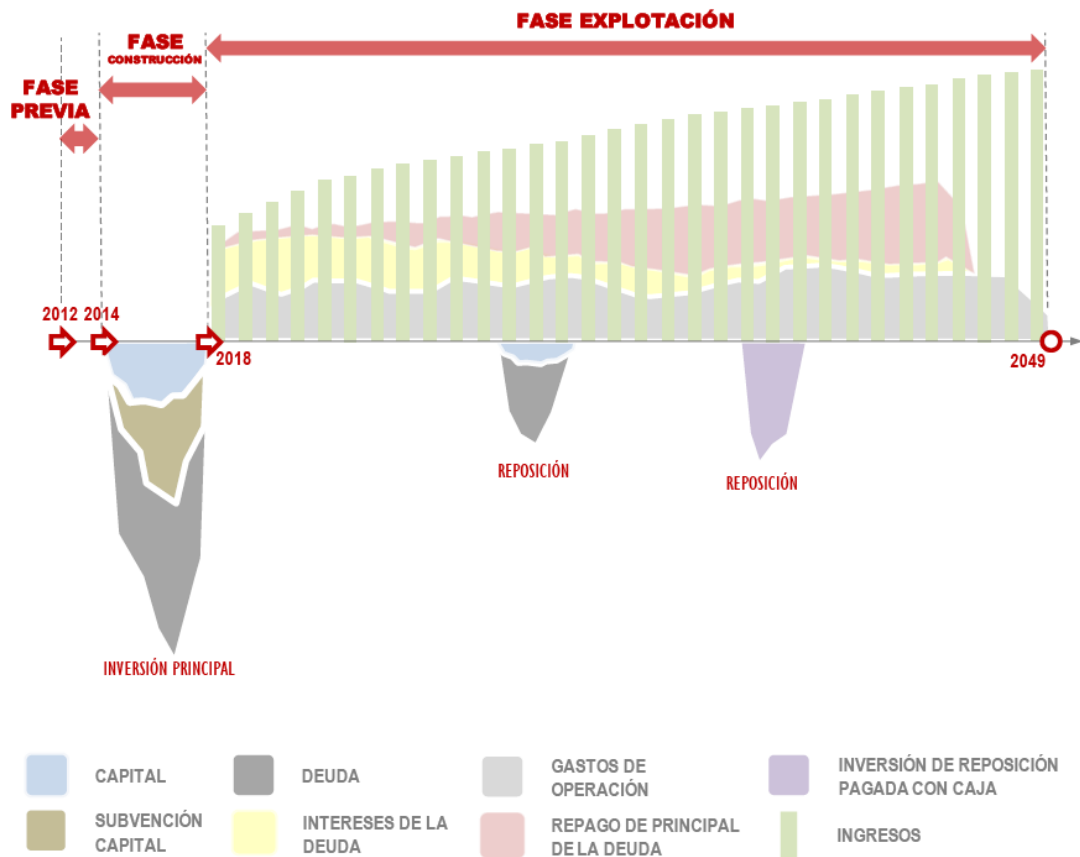
Para la realización del análisis de la viabilidad económico- financiera del proyecto se ha elaborado un modelo de estructura de capital, para una Sociedad, que ejecute un contrato en las condiciones anteriormente señaladas.

En cuanto a las fuentes de financiamiento, cabe señalar que la Sociedad podría obtener suficientes recursos en los mercados financieros recurriendo a la fórmula de “project finance”, que es la fórmula utilizada en este modelo.

Se pretende sobretodo una adecuada distribución del riesgo, de modo que el proyecto sea viable para las dos partes.

#### **Sociedad Concesionaria tipo**

Se presenta un gráfico del ciclo de vida de cada uno de los escenarios propuestos en un proyecto vial tipo:



**Fig 3.2.-** Ciclo de Vida de un proyecto vial

**Fuente:** Anteproyecto de Construcción de la Concesión Vial entre Santo Domingo y Esmeraldas, INECO 2013

Existen tres fases diferenciadas:

- Fase Previa**, en la que se constituiría la Sociedad y se desarrollarían todos los trabajos preparatorios para la ejecución de la segunda fase o Fase de Construcción.
- Fase de Construcción**, en la que la Sociedad Cesionaria suscribiría acuerdos de diferente índole que permitirían el financiamiento del volumen de inversión requerido mediante una combinación de capital y/o aporte inicial de capital y/o deuda.

- iii. **Fase de Explotación**, en la que la Sociedad comenzaría las operaciones comerciales que le correspondieran y mediante los ingresos obtenidos debería cubrirse el volumen anual de gastos de explotación, así como la devolución del principal de la deuda y el pago de intereses asociados. Además, avanzando en el ciclo de vida de la Sociedad, ésta deberá afrontar una serie de inversiones para el mantenimiento rutinario y extraordinario. Estas inversiones de mantenimiento podrán ser financiadas mediante recursos de capital y deuda o por el contrario, podrán ser pagadas directamente si la bonanza del negocio lo permite.

El ciclo de vida de la Sociedad se agotaría uno o dos años después del vencimiento de los acuerdos contractuales cuando realicen todos los trámites legalmente necesarios para su liquidación.

#### **7.1.3. Estructuración Financiera. Fuentes de Financiamiento.**

A nivel internacional, el financiamiento de proyectos de participación público-privada (PPP) se realiza habitualmente a través de entidades de crédito. Es por ello que el modelo económico financiero que se ha creado ad hoc para este proyecto, ha tomado como criterio general de financiamiento por parte del Concesionario la utilización de fondos propios y de entidades de crédito privadas a través del “Project Finance”.

#### **7.1.4. Hipótesis macroeconómicas para el modelo económico- financiero**



Las principales magnitudes macroeconómicas del país son las siguientes:

Se muestran a continuación la serie de **tasas de inflación** de los últimos años, facilitadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos.

<b>AÑO</b>	<b>% inflación</b>
1997	30,66
1998	35,78
1999	51,96
2000	95,51
2001	40,26
2002	12,55
2003	7,95
2004	2,79
2005	2,12
2006	3,3
2007	2,28
2008	8,39
2009	5,2
2010	3,56
2011	4,47
2012	5,11

**Tabla 3.7.** Tasas de inflación

**Fuente:** INEC

Las **tasas de interés bancario** de Ecuador facilitadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, están indicadas en la tabla siguiente. Se incluyen las tasas tanto activa como pasiva.

TASA DE INTERÉS			
AÑO	Pasiva	Activa	Diferencial
2000	8,4	15,3	6,9
2001	6,6	15,5	8,9
2002	5,1	14,1	9,0
2003	5,3	12,6	7,3
2004	4,0	10,2	6,2
2005	3,8	8,7	4,9
2006	4,4	8,9	4,5
2007	5,3	10,1	4,8
2008	5,5	9,8	4,3
2009	5,4	9,2	3,8
2010	4,6	9,0	4,4
2011	4,6	8,3	3,7
2012	4,5	8,2	3,7

**Tabla 3.7.** Tasas de interés bancario

**Fuente:** CEPAL

A continuación, se describen las principales condiciones de financiamiento, consideradas para los cálculos sobre la viabilidad del proyecto. Se han considerado unas condiciones ventajosas debido al posible perfil del concesionario.

**Plazo: 20, 25 Y 30 años**  
**Tipo de interés: 4,5% (DTF) + 4,5%**  
**(DTF: Diferencial de la tasa de financiación o spread por riesgo)**

Por tanto se estima que la tasa de interés bancario de referencia es del 4,50% anual, que sumándole el 4,5% de spread ya señalado, supone un coste de los recursos ajenos del **9,0%**.

El **Costo de Oportunidad por recursos propios del Concesionario** es del **11,21%**, **calculado con la metodología CAPM** (*Capital asset pricing model*) en donde se considera: la tasa Libre de Riesgo + Riesgo Sistémico + premio por Riesgo País.

#### **Determinación de Variables para el cálculo del WACC**

- a) **Inversión.-** En este caso la variable de inversión será igual al total de activos que la sociedad concesionaria necesita para iniciar sus funcionamiento como un 100%.
- b) **Patrimonio.-** Esta variable está representada por el total de inversión que va a colocar la sociedad concesionaria en un punto óptimo.

- c) **Deuda.-** Esta representada por total de deuda a corto y largo plazo, con la que se prevé financiar las actividades de la concesión en un escenario de estructura de capital óptimo.
- d) **Devaluación.-** En el caso de Ecuador no existen devaluación de la moneda, ya que actualmente nuestra moneda local es el dólar.
- e) **Beta Desapalancado.-** Para el caso del tipo de industria del caso en estudio “Construcción” se tomará como variable el “beta desapalancado” del sector.  
*<http://people.stern.nyu.edu/adamodar/>*
- f) **Beta Apalancado.-** Esta variable representa el riesgo sistemático e introducido el riesgo propio de la sociedad concesionaria. La relación entre la deuda de la empresa y su capital propio es el que interfiere en el Beta apalancado; cuanto mayor la relación D/E mayor será el riesgo y consecuentemente mayor será el Beta. La fórmula que será utilizada será:

$$\text{Beta apalancado} = \text{Beta desapalancado} * [1 + D/E * (1-t)] \quad (\text{Ec. 3.1.})$$

- g) **Carga Impositiva.-** En Ecuador la carga impositiva está dada por la participación a trabajadores así como el Impuesto a la Renta.

100%	Total Utilidad
15%	Participación Trabajadores
85%	Utilidad antes de impuesto a la Renta
25%	Impuesto a la Renta
21%	Utilidad después de IR
36.25%	CARGA IMPOSITIVA

**Tabla 3.7.** Desglose carga impositiva en el país

**Fuente:** Propia

- h) **Tasa Libre de Riesgo.-** La tasa libre de riesgo se define como la tasa de interés que existiría sobre un valor libre de riesgo si no se espera inflación alguna, y puede concebirse como la tasa de interés que existiría sobre los valores a Corto Plazo de la Tesorería de un determinado país, en un mundo libre de inflación.

La tasa real libre de riesgo no es estática, cambia a lo largo del tiempo dependiendo de las condiciones económicas, especialmente de; la tasa de rendimiento que las corporaciones y otros prestatarios pueden esperar obtener sobre los activos productivos y de las preferencias de tiempo de los individuos en términos de consumo actual versus consumo futuro.

En finanzas se utiliza como un referente al rendimiento del bono del tesoro de los Estados Unidos de América ya que se lo define como un documento con menos riesgo en el mundo. En la práctica, se establece la tasa libre de riesgo tomando como referencia el pazo. Para este estudio se plantea el bono a 30 años.

- i) **Riesgo de Mercado.-** Esta variable estará basada en el S&P 500, dicho índice es elaborado por la agencia de calificación de riesgo de acciones y bonos cuyos especialistas tienen fama de ser los máximos conocedores del mercado de bolsa y la situación de riesgo de las compañías. Este índice expresa mejor la situación real del mercado accionario y de bonos por lo que es el más sensible que el Dow Jones Industrial Average y el Nasdaq 100.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, la prima por riesgo de mercado será tomada de S&P 500.

- j) **Riesgo País.-** El Riesgo País es una calificación que se le da a los países para que se conozca que tan riesgoso es invertir en un país determinado. Para este cálculo existen varias metodologías, por ejemplo GP Morgan establece entre las principales variables al riesgo político, legal, económico, entre otros. Otra metodología que se usa en finanzas es la de restar el rendimiento del bono del tesoro del país en análisis a un plazo  $n$  con el rendimiento del bono del tesoro de Estados Unidos a un plazo  $n$ . Todo en términos porcentuales.

Para el cálculo del Costo de Oportunidad de un inversionista se adiciona el Riesgo País, toda vez que los datos que se toma para el cálculo según la metodología CAPM

son del mercado norteamericano, mismo que tiene otra realidad, por lo que para adicionar el riesgo que tiene la inversión, ya sea de capital extranjero o nacional, se adiciona el % que represente este riesgo.

### ***Promedio del Costo de Capital (WACC)***

El costo de capital es la tasa de rendimiento que debe obtener la empresa sobre sus inversiones para que su valor en el mercado permanezca inalterado.

[http://www.econfinanzas.com/estrategias/expo/01\\_costo\\_cap.pdf](http://www.econfinanzas.com/estrategias/expo/01_costo_cap.pdf)

El resultado que obtendremos será un porcentaje, y aceptaremos cualquier inversión que esté por encima de este, la necesidad de utilización de este método se justifica en que los flujos de fondos operativos obtenidos, se financian tanto con capital propio como con capital de terceros.

El WACC lo que hace es ponderar los costos de cada una de las fuentes de capital.

### ***Costo de la deuda financiera (kd)***

Para el cálculo del costo promedio ponderado, En primer lugar, se determinan los intereses reales o efectivos de las fuentes de financiamiento, en donde tenemos:

- ✓ Bancos.
- ✓ Mercado de Valores (Emisión de Deuda).
- ✓ Proveedor.

El costo de capital se expresa en porcentaje, como un interés. Y representa cuanto le cuesta a la sociedad concesionaria el tener esos pasivos. Este porcentaje siempre va a variar a medida que la empresa obtiene más pasivos ya que incrementa su riesgo.

### *Tasa de costo de oportunidad de los accionistas (ke)*

El costo de oportunidad conocido también como (Ke), Cost of equity, es decir, lo que le cuesta a la empresa financiar sus recursos propios provenientes de accionistas, o lo que es lo mismo, la tasa de retorno que exige el accionista para el riesgo de esa empresa. También se puede encontrar bajo el nombre de tasa de costo de oportunidad de los accionistas. Generalmente se utiliza para obtenerla el método CAPM según la siguiente fórmula:

$$Ke = rf + \beta l(Rm - rf) + EMBI$$

Donde:

Ke: Rendimiento esperado sobre el capital de los inversionistas

Rf: Tasa libre de riesgo.

Bl: Beta del sector apalancada según la estructura de la sociedad concesionaria.

Rm: Riesgo de mercado. Al restar el rf se determina el riesgo sistemático de las industrias y multiplicado por el Bl se determina el riesgo de la sociedad concesionaria.

EMBI: Riesgo País

En este apartado se ha considerado cada una de las variables para el cálculo del WACC y su aplicación se presenta a continuación:



DEUDA	PATRIMONIO	DEUDA	PATRIMONIO	DEUDA/PATRIMONIO	Bu	BL	Kd	ke	WACC
\$ -	\$ 100,00	0%	100%	0%	1,02	1,02	4,431%	14,111%	14,11093%
\$ 10,00	\$ 90,00	10%	90%	11%	1,02	1,09	4,744%	14,535%	13,38421%
\$ 20,00	\$ 80,00	20%	80%	25%	1,02	1,18	5,137%	15,066%	12,70751%
\$ 30,00	\$ 70,00	29%	71%	43%	1,02	1,30	5,641%	15,748%	12,10227%
\$ 40,00	\$ 60,00	39%	61%	67%	1,02	1,45	6,314%	16,657%	11,60420%
\$ 50,00	\$ 50,00	49%	51%	100%	1,02	1,67	7,255%	17,930%	11,27762%
\$ 52,00	\$ 48,00	51%	49%	108%	1,02	1,72	7,490%	18,248%	11,24231%
\$ 53,15	\$ 46,85	52%	48%	113%	1,02	1,75	7,635%	18,444%	11,22781%
\$ 54,95	\$ 45,05	54%	46%	122%	1,02	1,81	7,876%	18,769%	11,214552%
\$ 55,92	\$ 44,08	55%	45%	127%	1,02	1,84	8,014%	18,956%	11,2126071%
\$ 55,93	\$ 44,07	55%	45%	127%	1,02	1,84	8,015%	18,958%	11,2126073%
\$ 55,94	\$ 44,06	55%	45%	127%	1,02	1,84	8,017%	18,960%	11,2126078%
\$ 55,95	\$ 44,05	55%	45%	127%	1,02	1,84	8,018%	18,962%	11,212609%
\$ 61,80	\$ 38,20	61%	39%	162%	1,02	2,07	9,000%	20,290%	11,29643%
\$ 71,80	\$ 28,20	71%	29%	255%	1,02	2,67	11,622%	23,835%	12,04114%
\$ 81,80	\$ 18,20	80%	20%	449%	1,02	3,93	17,125%	31,276%	14,62267%
\$ 91,80	\$ 8,20	90%	10%	1120%	1,02	8,28	36,051%	56,868%	25,76105%

**Tabla 3.7.** Estructura Óptima

**Fuente:** Propia

En base a la estimación de flujos futuros se ha calculado en Valor Actual Neto con la Tasa de Descuento determinada con el WACC (11,2126%), llegando a concluir que el proyecto es viable en dos escenarios propuestos (optimista y conservador). El riesgo de demanda de traslada a la sociedad Concesionaria en especial en el escenario optimista que es cuando la tarifa de peaje es menor ya que se determina optimista al mantener un flujo mayor de vehículos..

A continuación se presenta un resumen de los dos escenarios:

### ESCENARIO OPTIMISTA

<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	<b>11%</b>
<b>INCREMENTO DE PEAJE</b>	<b>5%</b> CADA 5 AÑOS

ING/GTO	2013	2014	2041	2042
INGRESO		9.729.356	42.227.963	44.228.443
GASTO	20.008.952	5.441.462	36.046.748	32.057.717
	-20.008.952	4.287.894	6.181.215	12.170.727
VALOR ACTUAL	(\$ 20.008.952,06)	\$ 3.855.582,55	\$ 315.327,05	\$ 558.277,17

<b>VALOR ACTUAL NETO</b>	<b>\$ 0,00</b>
<b>TIR</b>	<b>11,21%</b>

DESCRIPCIÓN	VALOR
Liviano	0,60
Bus	0,75
Camión 2 Ejes LIVIANO	1,87
Camión 2 Ejes PESADO	1,87
Camión 3 Ejes	2,34
Camión 5 Ejes	2,92
Camión 6 Ejes	3,66
<b>Total</b>	<b>14,01</b>

Para los dos escenarios se ha tomado el supuesto de regular la tarifa de peajes cada 5 años con un incremento del 5% del precio vigente. La tasa de descuento determinada con el WACC es del 11,21% y las tarifas de peajes del año 1 para cada tipo de automotor se establecen automáticamente siguiendo condiciones predefinidas, generando una combinación óptima hasta que el VAN de 0 (cero), es decir, hasta el punto en el cual la sociedad concesionaria ha obtenido la recuperación de sus inversiones, de sus gastos operativos y administrativos de este proyecto y además ha generado su costo de oportunidad esperado, por lo que el TIR es el mismo que el WACC.

Las condiciones en los dos escenarios son:

El objetivo es llegar al VAN = 0

La diferencia de tarifa entre un tipo de automotor y otro no puede ir más allá del 25%

Los camiones de 2 ejes tienen la misma tarifa

La sumatoria de las tarifas debe ser la mínima.

### ESCENARIO CONSERVADOR

<b>COSTO DE OPORTUNIDAD</b>	<b>11%</b>			
<b>INCREMENTO DE PEAJE</b>	<b>5%</b>	CADA 5 AÑOS		
<b>ING/GTO</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2041</b>	<b>2042</b>
INGRESO		10.864.474	29.925.971	30.476.328
GASTO	20.008.952	5.441.462	36.046.748	32.057.717
FLUJO NETO	-20.008.952	5.423.012	-6.120.777	-1.581.389
VALOR ACTUAL	(\$ 20.008.952.06)	\$ 4.876.256.18	(\$ 312.243.89)	(\$ 72.539.06)
<b>VALOR ACTUAL NETO</b>	<b>(\$ 0.00)</b>			
<b>TIR</b>	<b>11.21%</b>			

### PRECIOS DE PEAJES PROPUESTOS

DESCRIPCIÓN	VALOR
Liviano	0.60
Bus	0.75
Camión 2 Ejes LIVIANO	2.30
Camión 2 Ejes PESADO	2.30
Camión 3 Ejes	2.88
Camión 5 Ejes	3.60
Camión 6 Ejes	4.50
<b>Total</b>	<b>16.94</b>

La diferencia de los dos escenarios radica en el cálculo de la proyección de usuarios de las vías en cada estación. El cálculo del escenario conservador de lo proyecta con una metodología estadística denominada Lognormal. Para el caso del escenario positivo se toman los datos referencia de un estudio de tráfico y luego se determina una tasa de crecimiento según el crecimiento del país.

## CAPÍTULO IV:

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

#### **4.2. Recomendaciones**

#### 4.1. CONCLUSIONES

- Mediante el presente trabajo de tesis se ha propuesto una metodología para estructurar los proyectos de concesión vial en el Ecuador, de manera que se optimicen los beneficios tanto de los recursos del Estado como del concesionario privado, considerando una apropiada distribución de los riesgos.
- Se parte de una revisión de las concesiones realizadas en América Latina y en el país, concluyendo que Ecuador es un país naciente en este campo pero que ha abierto oportunidades limitadas para la inversión privada en la infraestructura, el éxito o fracaso de estos proyectos dependerá de la continuidad en la voluntad política y la habilidad del gobierno para aprovechar la capacidad de desarrollo de la participación público - privada que aún queda en algunas agencias del gobierno.

- Se ha determinado los Costos Directos e Indirectos Totales de la concesión al período determinado, tomando en consideración variables como la inflación para corregir el movimiento de precios en el tiempo.
- Se establece el tráfico en dos escenarios (Optimista y Conservador), partiendo de la determinación del tráfico actual se realiza la prognosis considerando tanto el crecimiento exponencial como el crecimiento al aplicar un modelo logístico, que considera que las poblaciones no pueden crecer infinitamente.
- Se calcula una tasa de descuento en base al WACC, identificando el Costo de Oportunidad de la sociedad concesionaria con la metodología CAPM y el costo de la deuda en una estructura financiera óptima.

- Con base en los datos de tráfico proyectados, al Costo Total del proyecto y al WACC se determina un flujo de caja tomando como criterio principal que el valor de los peajes se ajuste hasta que el Valor Presente Neto llegue a cero en los dos escenarios, dando lugar a que la TIR es la misma que el WACC. Además, se parametrizan restricciones en los valores de los peajes a fin de alcanzar precios razonables.
- El Valor Presente Neto llega a cero (\$0,00) con las variables y restricciones implementadas en el modelo de cálculo, dando lugar a un proyecto con financiamiento autónomo, sin necesidad de intervención de aportes del estado.
- El modelo en el cual un proyecto público es autofinanciado por sus flujos da lugar a que todos los usuarios del bien paguen por su uso, ya que al existir inversión del estado, las generaciones actuales están financiando obras que se usarán por 30 años.
- El Costo de Oportunidad asignado al proyecto y la determinación del WACC, son con base financiera sólida a fin de hacer atractivo al proyecto por considerar variables como riesgos de mercado, riesgo país, riesgo de la industria y tasa libre de riesgo, pero sin llegar a ser un perjuicio para el estado.

- Al ser manejada esta obra pública como Project Finance se debe pedir garantías suficientes que garanticen la ejecución del mismo.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Siendo el tráfico el tema más sensible en una concesión, se recomienda analizar escenarios diferentes ya que el comportamiento de este factor influye directamente en los ingresos.